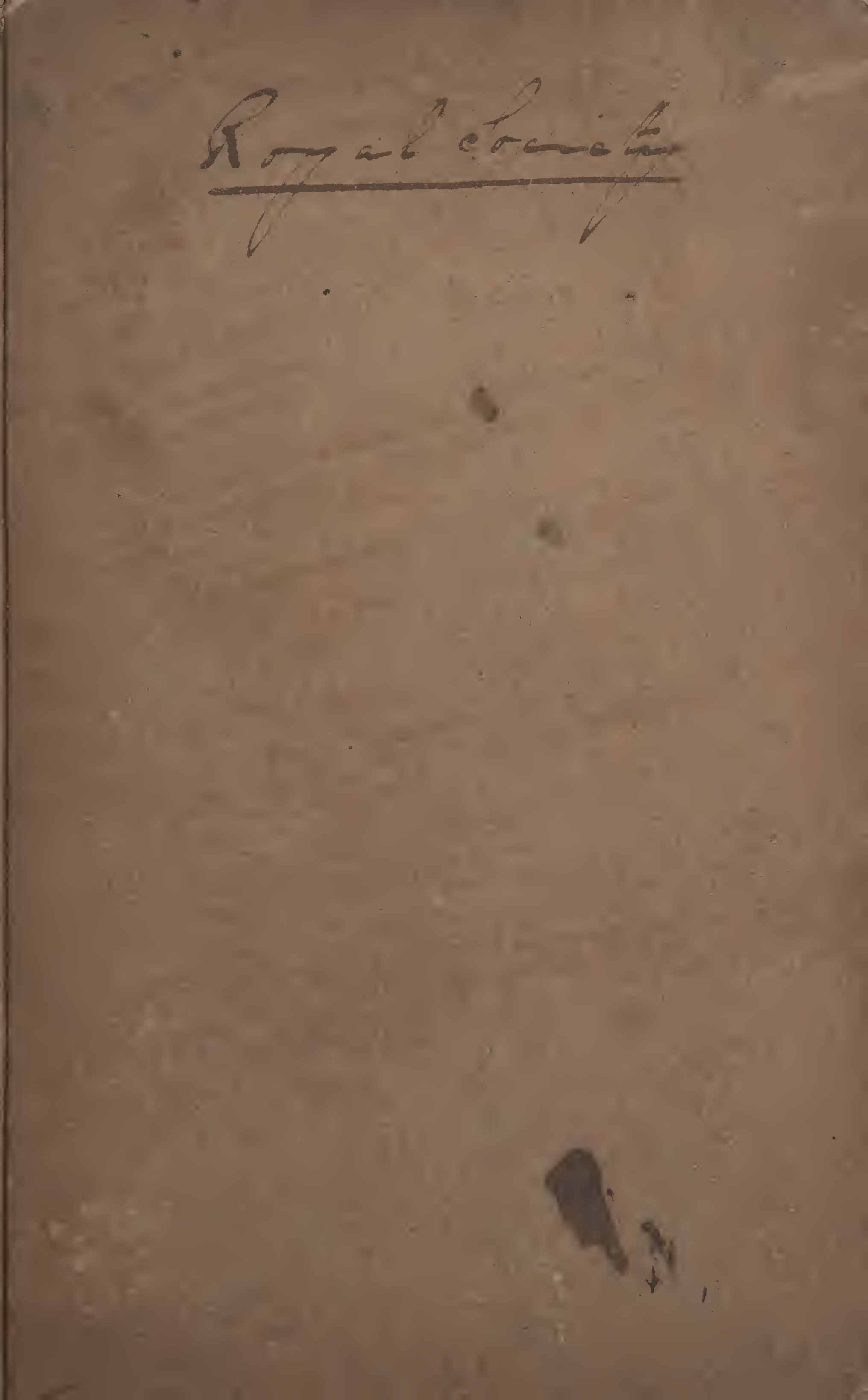
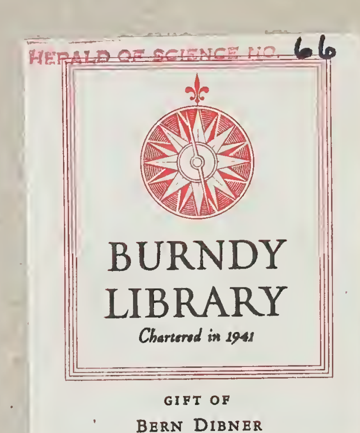
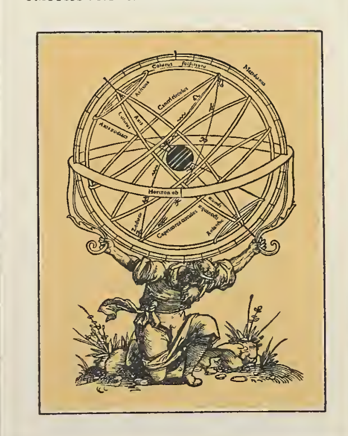



HERALD OF SCIENCE NO. 66
BURNDY
LIBRARY
Chartered in 1941
GIFT OF
BERN DIBNER




C.F.GAUSS ✶1777 ✝1855
DEUTSCHE
BUNDESPOST
10



Resultate

aus den

Beobachtungen

des

magnetischen Vereins

im Jahre 1836.

Herausgegeben

von

Carl Friedrich Gauss

und

Wilhelm Weber.

Mit 10 Steindrucktafeln.

Göttingen,

im Verlage der Dieterichschen Buchhandlung.

1837.

Inhalt.

Steindrucktafeln:

Taf. I. der Saal,

Taf. II. der Grundrifs und

Taf. III. der Situationsplan des magnetischen Observatoriums zu Göttingen.

Taf. IV. bis IX. Terminszeichnungen vom 28. November 1835 und vom 30. Januar, 30. Juli, 17. August, 24. September, 26. November 1836.

Taf. X. die einzelnen Theile des Magnetometers.

Einleitung.

Unter den mannigfaltigen Aeufserungen der erdmagnetischen Kraft, deren Ergründung nur durch zahlreiche an den verschiedensten Punkten der Erdoberfläche fortgesetzt anzustellende genaue Beobachtungen zu erreichen ist, bedürfen die *unregelmäfsigen Aenderungen*, welchen wir jene Kraft unterworfen finden, am meisten eines streng geordneten Zusammenwirkens der Beobachter. Es ist bekannt genug, dafs die Bestimmungsstücke der erdmagnetischen Kraft, die Abweichung, die Neigung und ohne Zweifel auch die Stärke (wenn gleich in Beziehung auf die letzte, die erst seit einigen Jahrzehnden in den Kreis der Forschungen aufgenommen ist, noch hinlängliche Erfahrungen fehlen) fortwährend Veränderungen erleiden, seculäre erst nach längerer Zwischenzeit in die Augen fallende, aber im Laufe der Zeit sehr beträchtlich werdende, und periodische nach den Jahres- und Tageszeiten wechselnde. Aber so weit diese

Veränderungen mit Regelmäſsigkeit geschehen, ist ein streng geordnetes Zusammenwirken der Beobachter an verschiedenen Orten, wenn auch für die Beschleunigung der Erweiterung unserer Einsicht höchst wünschenswerth, doch nicht wesentlich nothwendig, und jeder Beobachter kann auch unabhängig von den andern nützliche Beiträge liefern.

Anders verhält es sich hingegen mit den unregelmäſsigen Veränderungen, welchen man erst in den letzten Jahren eine gröſsere Aufmerksamkeit zu widmen angefangen hat. Daſs während der Sichtbarkeit eines Nordlichts die Magnetnadel unregelmäſsige und oft sehr groſse Bewegungen zeigt, haben schon vor beinahe hundert Jahren Hiorter und Celsius bemerkt, und nachher vielfache Beobachtungen bestätigt. Es lieſs sich hieraus schlieſsen, daſs dieselben Kräfte, welche die Erscheinung eines Nordlichts hervorbringen, zugleich auch auf die Magnetnadel wirken, und daſs diese Wirkungen sich auf sehr bedeutende Entfernungen erstrecken müssen, da die Nordlichter in einem weiten Umkreise sichtbar zu sein pflegen. Einen noch gröſsern Begriff von der weiten Ausdehnung der Wirksamkeit jener räthselhaften Kräfte erhalten wir durch die Bemerkung von Hrn. Arago, daſs oft an denselben Tagen, wo er in Paris starke Störungen des regelmäſsigen Ganges der Magnetnadel beobachtet hatte, an entfernten Orten Nordlichter gesehen waren, deren Sichtbarkeit sich über den Horizont von Paris nicht erhoben hatte.

Die Unregelmäſsigkeiten in den Aeuſserungen des Erdmagnetismus, deren häufiges Vorkommen besonders auch Hr. von Humboldt bei seinen zahlreichen Beobachtungen der täglichen und stündlichen Bewegungen der Magnetnadel wahrgenommen hatte, erhielten hiedurch

ein eigenthümliches Interesse. Wenn gleich jene Bemerkungen durchaus nicht dazu berechtigten, alle unregelmäſsigen Bewegungen, als gleichzeitig mit Nordlichtern zu betrachten, und die Möglichkeit noch nicht ausschlossen, daſs viele, vielleicht die meisten, nur von localen Ursachen herrührten, so lieſs sich doch kaum verkennen, daſs nicht selten groſse und fernhin wirkende Naturkräfte dabei im Spiel sind, deren Kenntniſs, wenn auch noch nicht in Beziehung auf ihre Quelle, sondern zunächst nur in Beziehung auf die Verhältnisse ihrer Wirksamkeit und Verbreitung, einen würdigen Gegenstand der Naturforschung darbietet.

Obenhin und auf gut Glück gemachte Wahrnehmungen können uns diesem Ziele nicht näher bringen: um es zu erreichen, müssen viele solche Erscheinungen im genauen Detail an vielen Orten gleichzeitig verfolgt und nach Zeit und Gröſse scharf gemessen werden. Dazu sind aber vorgängige bestimmte Verabredungen zwischen solchen Beobachtern, denen angemessene Hülfsmittel zu Gebote stehen, wesentlich nothwendig.

Der berühmte Naturforscher, dem unsere Kenntniſs des Erdmagnetismus so viele Bereicherung verdankt, hat auch hier zuerst die Bahn gebrochen. Hr. von Humboldt errichtete in Berlin gegen Ende des Jahrs 1828 für die magnetischen Beobachtungen ein eignes eisenfreies Häuschen, stellte darin einen von Gambey verfertigten Variationscompass auf, und verband sich mit andern Besitzern ähnlicher Apparate an mehrern zum Theil sehr entlegenen Orten zu regelmäſsigen an verabredeten Tagen auszuführenden Beobachtungen der magnetischen Variation. Es wurden acht Termine im Jahre, jeder zu 44 Stunden, festgesetzt, an denen die magnetische Abweichung von Stunde zu Stunde aufgezeichnet

werden sollte: an einigen Orten beobachtete man in noch engern Zeitgrenzen, von halber zu halber Stunde, oder von zwanzig zu zwanzig Minuten. Die nähern Bestimmungen findet man im 19. Bande von Poggendorff's Annalen der Physik S. 361, und ebendaselbst auch die Beobachtungen, welche dieser Verabreduug gemäfs an den Terminen im Jahr 1829 und 1830 in Berlin, Freiberg, Petersburg, Kasan und Nicolajef angestellt sind, so wie graphische Darstellungen von dreien derselben.

In dem hiesigen magnetischen Observatorium, welches im Jahr 1833 erbaut wurde und dessen magnetischer Apparat eine von den früher angewandten gänzlich verschiedene Einrichtung hat, wurden diese Terminsbeobachtungen zum erstenmal am 20. und 21. März 1834 vollständig angestellt, wozu correspondirende blofs aus Berlin bekannt geworden sind: aber in Göttingen war von zehn zu zehn Minuten, in Berlin nur von Stunde zu Stunde beobachtet. Gleichwohl zeigten diese Berliner Aufzeichnungen mehrere ziemlich beträchtliche Bewegungen, die man in den Göttinger Beobachtungen wiederfand, während diese letztern in den Zwischenzeiten eine grofse Menge anderer Bewegungen zu erkennen gaben, welche natürlich in Berlin ganz ausfallen mufsten. Die Frage, ob ein kleinerer oder gröfserer Theil der in Göttingen wahrgenommenen Schwankungen blofs local gewesen sei, blieb daher noch ohne Entscheidung.

Allein schon der nächste Termin am 4. und 5. Mai, führte eine solche Entscheidung herbei. Die Zwischenzeiten wurden noch enger genommen, nemlich von fünf zu fünf Minuten, wodurch die Resultate noch bedeutend schärfer ausgeprägt erschienen. Correspondirende Beobachtungen mit Gambey'schen Apparaten sind von

diesem Termine, eben so wie von allen spätern, überall keine mehr bekannt geworden. Dagegen hatte Hr. Sartorius, der an den Beobachtungen vom Märztermine in Göttingen thätigen Antheil genommen, und sich für eine mehrjährige nach Italien zu unternehmende Reise mit einem dem Göttingischen ganz ähnlichen, nur in kleinern Dimensionen gearbeiteten Apparate versehen hatte, mit diesem den Maitermin in Waltershausen (einem Gute in Baiern, etwa 20 Meilen von Göttingen entfernt) sorgfältig und vollständig in engen Zeitintervallen beobachtet. Hier zeigte sich nun eine wirklich überraschend grofse Uebereinstimmung nicht nur in der gröfsern, sondern auch fast in sämmtlichen kleinern in kurzen Zeitfristen wechselnden Schwankungen, so dafs in der That gar nichts übrig blieb, was man localen Ursachen beizumessen befugt gewesen wäre.

Die drei folgenden Termine im Junius, August und September wurden in Göttingen ganz auf dieselbe Weise abgehalten, während die Anzahl der auswärtigen Theilnehmer mit ähnlichen oder gleichen Apparaten sich fortwährend vergröfserte. Hr. Prof. Encke hatte sich, nachdem er die hiesigen Einrichtungen durch eigne Ansicht kennen gelernt hatte, für Berlin provisorisch einen ähnlichen Apparat nach kleinern Dimensionen anfertigen lassen; Hr. Sartorius beobachtete mit dem seinigen in allen Terminen, wo die Umstände es verstatteten (im Junius in Frankfurt, im September in Bramberg im Salzburgschen); in Leipzig, Copenhagen und Braunschweig wurde mit Apparaten, die dem hiesigen ganz gleich sind, beobachtet. Das Resultat der correspondirenden Beobachtungen war dem vom Maitermin angeführten ganz ähnlich. Die zahlreichen in Göttingen beobachteten Schwankungen fanden sich fast alle in den Beobachtungen der andern Plätze wieder, wenn auch in abgeänderten

Gröfsenverhältnissen, doch in unverkennbarer Zusammenstimmung.

Um über dieses merkwürdige Resultat noch ein unabweisbares Zeugnifs zu erhalten, wurden bei der damaligen Anwesenheit des Hrn. Prof. Weber in Leipzig einige besondere correspondirende Beobachtungen zwischen Göttingen und Leipzig verabredet, und dazu bestimmte Stunden Vormittags, Mittags und Abends am 1. und 2. October festgesetzt. Diese von vorzüglich eingeübten Beobachtern und mit gröfster Sorgfalt ausgeführten Beobachtungen sind in Poggendorff's Annalen der Physik Bd. 33. S. 426. vollständig abgedruckt, und durch graphische Darstellungen versinnlicht.

Es war hiedurch die Nothwendigkeit, den Erscheinungen in viel engern Zeitintervallen, als Hr. von Humboldt gewählt hatte, zu folgen, auf das klarste vor Augen gelegt. Wir haben eine Zeitlang die Termine in Intervallen von drei zu drei Minuten abgewartet, und dasselbe ist auch von einigen andern Theilnehmern geschehen: da jedoch ein Theil der auswärtigen Theilnehmer sich an die Intervalle von fünf zu fünf Minuten hielt, die auch in den meisten gewöhnlichen Fällen zureichen, so haben wir später der Gleichförmigkeit wegen diese zur allgemeinen Regel angenommen. Da nun aber bei so kleinen Zeitintervallen die Abhaltung der Termine, besonders da, wo nur eine kleine Anzahl von Personen sich in die Arbeit theilen mufs, ohne Vergleich mühsamer wird, als beim Aufzeichnen von Stunde zu Stunde, so mufste, um das Bestehen des Vereins zu sichern, sowohl die Anzahl als die Dauer der Termine vermindert werden. Die Anzahl ist seit jener Zeit auf sechs im Jahre, die Dauer eines jeden auf 24 Stunden festgesetzt; jedem solchen Haupttermine wurden noch zwei

Nebentermine beigefügt. Das Nähere findet man weiter unten.

Nach dieser Einrichtung sind und werden die Beobachtungen ununterbrochen fortgesetzt, in Göttingen und einer fortwährend sich vergröfsernden Anzahl anderer Oerter. Apparate, dem Göttingischen gleich oder ähnlich, befinden sich in Altona, Augsburg, Berlin, Bonn, Braunschweig, Breda, Breslau, Cassel, Copenhagen, Dublin, Freiberg, Göttingen, Greenwich, Halle, Kasan, Krakau, Leipzig, Mailand, Marburg, München, Neapel, Petersburg und Upsala. Von acht Oertern aus dieser Anzahl sind bisher noch keine Beobachtungen zu unsrer Kenntnifs gekommen, und an einigen der übrigen ist die Theilnahme an den Beobachtungen wegen äufserer Umstände noch keine ununterbrochen regelmäfsige geworden.

Aus der ersten Zeit dieser Vereinigung sind einige Termine durch Schumacher's astronomische Nachrichten und Poggendorff's Annalen der Physik in graphischen Darstellungen veröffentlicht. Seitdem nun aber die Theilnahme sich bereits so sehr vergröfsert hat, schien es an der Zeit, auf eine regelmäfsige Bekanntmachung Bedacht zu nehmen, um die reiche Summe von fruchtbaren Thatsachen zu einem Gemeingut desjenigen Theils des Publicums zu machen, welches sich für die Naturforschung interessirt. Was wir gegenwärtig geben, kann als der erste Jahrgang, seitdem der Verein zu einem gewissen Umfang gekommen ist, betrachtet werden. Vom Jahr 1837 an werden aber die Resultate jedes Termins regelmäfsig und so bald sie in hinreichender Vollständigkeit beisammen sind, zur Publication gebracht werden.

Die Beobachtungen und ihre graphischen Darstellungen sollen nicht blofs mit denjenigen Erläuterungen

und Bemerkungen, welche in einer unmittelbaren Beziehung auf dieselben stehen, begleitet werden, sondern zugleich mit andern Aufsätzen, in welchen Gegenstände aus dem weiten Gebiete des Erdmagnetismus, die darauf bezüglichen Instrumente, ihre Berichtigung und Behandlung, und die mannigfachen davon zu machenden Anwendungen Platz finden werden.

In Beziehung auf den nächsten Gegenstand der Arbeiten unsers Vereins, die Veränderungen in der magnetischen Declination, sei es erlaubt, noch eine Bemerkung hinzuzufügen. Wenn, wie nicht zu bezweifeln ist, die beiden andern Elemente der erdmagnetischen Kraft, die Inclination und die Intensität, ähnlichen Veränderungen unterworfen sind, so kann man fragen, warum vorzugsweise oder für jetzt ausschliefslich, jenem ersten Elemente so sorgfältige Bemühungen gewidmet werden?

Die Kenntnifs der Veränderungen und Störungen der magnetischen Declination hat in der That ein sehr grofses praktisches Interesse. Dem Seefahrer, dem Geodäten und dem Markscheider mufs ungemein viel daran gelegen sein, zu wissen, wie häufigen und wie grofsen Störungen ein Haupthülfsmittel bei seinen Geschäften unvermeidlich unterworfen ist, wäre es auch nur, um das Maafs des Vertrauens zu erhalten, welches er demselben schenken darf. Für die beiden letzten Anwendungen der Boussole, in der praktischen Geometrie auf und unter der Erde, kann sogar in Zukunft der Nutzen dieser Untersuchungen noch viel weiter gehen. Wird einmahl festgestellt sein, dafs die in der Zeit wechselnden unregelmäfsigen Störungen nie oder nur höchst selten blofs örtlich sind, sondern immer oder fast immer sich in weiten Strecken ganz gleichzeitig und in fast gleicher

Gröfse offenbaren, so ist das Mittel gegeben, sie fast vollkommen unschädlich zu machen. Der Geodät und der Markscheider braucht nur alle seine Operationen mit der Boussole genau nach der Uhr zu machen und gleichzeitige Beobachtungen an einem andern nicht gar zu entfernten Orte anstellen zu lassen, durch deren Vergleichung jene Störungen sich eben so werden eliminiren lassen, wie reisende Beobachter ihre barometrischen Höhenbestimmungen durch Vergleichung mit Barometerbeobachtungen an einem festen Orte von der unregelmäfsigen Veränderlichkeit des Barometerstandes unabhängig machen. Dafs hier nicht von solchen Störungen die Rede ist, welche die Boussole in eisenhaltigen Gruben erleidet, versteht sich von selbst.

Gleichwohl hat man den Grund des der Declination vor den andern Elementen des Erdmagnetismus gegebenen Vorzuges nicht so wohl in diesen materiellen Rücksichten zu suchen, als vielmehr in dem gegenwärtigen Zustande der Hülfsmittel. Das Aufsuchen der Gesetze in den Naturerscheinungen hat für den Naturforscher seinen Zweck und seinen Werth schon in sich selbst, und ein eigenthümlicher Zauber umgibt das Erkennen von Maafs und Harmonie im anscheinend ganz Regellosen. Bei der Verfolgung des wunderbaren Spiels in den stets wechselnden Veränderungen der Declination lassen die jetzt angewandten Apparate für Sicherheit, Schärfe und Leichtigkeit der Beobachtungen nichts zu wünschen übrig: allein von den bisherigen Beobachtungsmitteln für die beiden andern Elemente kann man nicht dasselbe sagen. Zur Zeit ist es daher noch zu früh, die letzteren in den Kreis ausgedehnter Untersuchungen aufzunehmen. Sobald aber die Beobachtungsmittel soweit vervollkommnet sein werden, dafs wir die Veränderungen, und namentlich die schnell

wechselnden Veränderungen, in den andern Elementen des Erdmagnetismus mit Sicherheit erkennen, mit Leichtigkeit verfolgen, und mit Schärfe messen können, werden diese Veränderungen dieselben Ansprüche auf die vereinte Thätigkeit der Naturforscher haben, wie die Veränderungen der Declination. Man darf hoffen, daſs dieser Zeitpunkt nicht gar entfernt mehr sein wird.

G.

I.

Bemerkungen über die Einrichtung magnetischer Observatorien und Beschreibung der darin aufzustellenden Instrumente.

Die Instrumente, mit welchen die magnetischen Beobachtungen angestellt werden, von denen in diesen Blättern die Rede seyn wird, unterscheiden sich in sehr vielen Beziehungen von allen früheren und eine nähere Kenntniſs ihrer Construction ist zur Beurtheilung der mit ihnen gewonnenen Resultate unentbehrlich. Nun dürfte zwar hiezu dasjenige schon genügen, was in früheren Abhandlungen und Anzeigen zur Kenntniſs des Publicums gebracht worden ist (in der Abhandlung: *Intensitas vis magneticae terrestris ad mensuram absolutam revocata, auctore* C. F. Gauss. *Gottingae* 1833; ferner in den Göttingischen gelehrten Anzeigen 1832. S. 2041 ff. 1835 S. 345 ff. und in Schumacher's Jahrbuche 1836. S. 1.); jedoch wird eine vollständige und genaue Abbildung dieser Instrumente, wie sie hier gegeben wird, das Verständniſs noch erleichtern und auſserdem den Vortheil bringen, daſs jeder geschickte Mechanicus mit Sicherheit darnach arbeiten kann. Zur Abbildung, die hier vorgelegt wird, sind diejenigen Instrumente gewählt worden, welche auf ganz gleiche Weise für Bonn, Dublin, Freiberg, Greenwich, Kasan, Mailand, München, Neapel und Upsala vom Mechanicus Meyerstein in Göttingen ausgeführt worden sind, und mit denen auch der in Göttingen vom Mechanicus Apel und die in Krakau, Leipzig und Marburg vom Mechanicus Breithaupt in Cassel fast ganz übereinkommen. Die Beschreibung kleinerer Instrumente, welche an einigen Orten aufgestellt worden sind, soll hier übergangen werden, weil der Gebrauch dieser kleineren Instrumente sich als weniger zweckmäſsig erwiesen hat und nur durch Localverhältnisse, welche die Aufstellung eines gröſseren

Apparats hindern, zu rechtfertigen ist. Eben so wird auch von gröſseren Instrumenten nicht die Rede seyn, weil sie, wenn sie allen Zwecken entsprechen sollen, ein verhältniſsmäſsig gröſseres Local fordern, wie solches bisher nirgends hergestellt worden ist.

Zur Aufstellung der magnetischen Instrumente eignet sich am besten ein länglich viereckiger *Saal* [1]), der nach der Richtung des magnetischen Meridians ungefär 11 Meter Ausdehnung hat. Es ist nicht nothwendig, daſs die Seitenwände dieser Richtung parallel seyen, sie können auch einen Winkel damit machen, wie dieſs z. B. in Göttingen der Fall ist, wo der Saal nach dem astronomischen Meridian orientirt ist, der mit dem magnetischen gegenwärtig einen Winkel von $18\frac{1}{2}$ Grad macht. Dieser Saal muſs helles Licht haben, vorzüglich von Osten und Westen her, und an demjenigen Ende, wo der Theodolith oder das Fernrohr nebst Scale zum Beobachten aufgestellt werden sollen. Uebrigens wird erfordert, daſs der Saal vor Luftzug geschützt, wozu immer eine Doppelthür und bisweilen auch Doppelfenster nöthig sind, und daſs ein festes Fundament vorhanden sey, auf welchem ein *Theodolith* [2]) und eine *Uhr* [3]) aufgestellt werden könne. Auch ist zu wünschen, daſs von der Stelle des Theodolithen-Fernrohrs aus durch eines der Fenster ein entferntes Object zu sehen sey, dessen Azimuth bekannt ist oder genau bestimmt werden muſs. Der Fuſsboden in der Nachbarschaft des Instruments, welches nahe der Mitte des Saals zu stehen kommt, darf gar kein Eisen enthalten, auch dürfen keine Eisen enthaltende Gegenstände darauf gebracht werden. Es ist selbst zu wünschen, daſs das ganze Gebäude auch in seinen Seitenwänden und Dache kein Eisen enthalte; jedoch braucht man in dieser Vorsicht nicht so weit zu gehen, daſs man eine Uhr mit stählernen Axen und einen Theodolithen mit stählernen Zapfen in einer Entfernung von 5 bis 6 Meter von dem Instrumente aufzustellen scheuete. Der Einfluſs dieser Stahltheile, wenn sie magnetisch sind, läſst sich näherungsweise durch Rechnung

---

1) Die hier vorkommenden Ziffern verweisen auf die nachfolgenden Bemerkungen über die einzelnen Theile des magnetischen Observatoriums und der magnetischen Instrumente.

ermitteln, und findet sich bei so großen Entfernungen viel zu klein, um bemerkt zu werden. Außer dem Umkreise des Saals haben kleine Eisenstücke noch weniger Einfluß. Sollten sich aber in der Nachbarschaft große Anhäufungen von Eisen, insbesondere sehr lange Eisenstangen, z. B. eiserne Geländer befinden, so wird ihr Einfluß zwar meist gering seyn, jedoch nicht ganz vernachlässigt werden dürfen. Sind sie vom magnetischen Observatorio 100 oder mehrere 100 Fuß entfernt, so geben sie kein wesentliches Hinderniß ab, wenigstens wenn sie fest sind. Ein solches Local ist für die Declinations- und Intensitätsmessungen, so wie zur Beobachtung der Variationen genügend. Auch Inclinationsmessungen können in demselben Locale vorgenommen werden, jedoch nicht ohne Unterbrechung der übrigen Beobachtungen. Daher es angemessen scheint, wo es die Verhältnisse gestatten, für die Inclinationsmessungen ein eigenes Local einzurichten, welches ohne Nachtheil dem erstern ziemlich nahe seyn kann. Wo keine absoluten Messungen gemacht, sondern blos die Declinationsvariationen an den dazu verabredeten Terminen beobachtet werden sollen, genügt ein ähnlicher Saal, auch wenn er in und außer seinen Wänden viel Eisen enthält, vorausgesetzt, daß alles dieses Eisenwerk während der Beobachtungen unverrückt bleibt. Der Saal des Göttingischen magnetischen Observatoriums ist Taf. I. abgebildet; der Grundriß des Gebäudes ist Taf. II. und der Situationsplan desselben mit der nächsten Umgebung Taf. III. dargestellt.

Zur Aufstellung der Instrumente in diesem Saale ist es wesentlich, eine Linie, z. B. auf dem Fußboden, zu ziehen, welche den magnetischen Meridian bezeichnet. Diese Linie muß nahe durch die Mitte des Saals gehen und an ihrem südlichen oder nördlichen Ende die Stelle treffen, wo sich ein festes Fundament für die Aufstellung des Theodolithen und der Uhr befindet. Wenn dieses Fundament errichtet und der Theodolith darauf gestellt ist, so befestige man zuerst eine *Scale* [5]) an dem Statife unter dem Fernrohre, so daß ein vom Objective des Fernrohrs herabgefälltes Perpendikel frei vor der Scale vorbeigeht. Diese Scale soll horizontal und rechtwinklicht gegen den magnetischen Meridian stehen und nach Belieben etwas höher oder tiefer gestellt werden können.

Der durch die optische Axe des Fernrohrs gehende magnetische Meridian soll sie halbiren. Hierauf fälle man von der Decke ein solches Perpendikel auf den Fuſsboden, daſs die durch dieses Perpendikel gelegte magnetische Meridianebene die optische Axe des Fernrohrs enthalte, und daſs, wenn das *Magnetometer* [4]) an diesem Perpendikel aufgehangen wird, die Abstände der spiegelnden Ebene des Magnetometers (siehe *Spiegel* und *Spiegelhalter* [7])) von der Scale und vom Fernrohre zusammen so groſs ist, wie der Abstand des Fernrohrs von einem an der gegenüberliegenden Wand bezeichneten Puncte (welcher als Mire dient), auf den das Fernrohr eingestellt werden kann. An der Stelle der Decke, von der dieser Perpendikel herabgefällt wurde, soll der *Träger* [8]) des Magnetometers nebst *Hebeschraube* und *Faden* [8]) befestigt werden. Man hänge an den von der Hebeschraube herabhängenden Faden vorläufig ein Gewicht als Senkel an, und verschiebe den Träger an der Decke so lange, bis dieser Senkel mit jenem Perpendikel zusammenfällt und richte dabei den Träger seiner Länge nach der nördlichen oder südlichen Wand des Saals parallel. Hierauf wird die Höhe des Trägers, des Fernrohrs und der Scale über dem Fuſsboden gemessen. Von der ersten Höhe wird die halbe Summe der beiden letztern abgezogen und ein Faden aus parallelen Coconfäden gebildet, der diese Differenz zur Länge hat und stark genug ist, um das Magnetometer nebst 1 Kilogramm Belastung zu tragen. Das obere Ende dieses Fadens wird an der Schraube befestigt, das untere Ende am *Schiffchen* [9]), in welches der Magnetstab eingelegt werden kann. Unter den Magnetstab wird ein weiter *Kasten* [10]) gestellt, auf dessen Boden sich zwei Lager befinden, auf welche der Magnetstab, im Falle die Coconfäden rissen, fallen würde, ohne Gefahr für den Spiegel, der am vordern Ende des Magnetstabs befestigt ist.

Nach diesen Vorbereitungen können die genaueren Abmessungen beginnen, nämlich:

1) Die magnetische Axe des Magneten horizontal und den Spiegel perpendicular darauf zu stellen, oder den kleinen Winkel zu messen, den die Spiegel-Axe mit der magnetischen macht;
2) Beim mittleren Stande des Magneten die Torsion des

Fadens auf Null zu bringen, oder den kleinen Rest der Torsion zu messen (siehe unten *Torsionsstab* [11]);

3) Das Verhältniſs des Torsionsmoments des Fadens und des magnetischen Moments des Stabs bei einer Ablenkung zu bestimmen (siehe unten *Schiffchen nebst Torsionskreis* [9]);

4) Die Stelle für die Mire an der dem Fernrohre entgegen stehenden Wand abzumessen.

Auf diese Weise ist der Apparat zu den Declinationsmessungen vorbereitet, welche bestehen:

1) in Messung des Azimuths der Mire,

2) in Bestimmung des Werths der Scalentheile,

3) in Beobachtung der Schwingungen und Elongationen (siehe unten noch *Beruhigungsstab* [13]).

Für die Ausführung aller hier nur angedeuteten Messungen werden in der Folge genauere Vorschriften gegeben werden.

Für die Intensitätsmessungen wird auſserdem die Auflegung von *Meſsstangen* [10] erfordert, nach welchen die Lage des *Ablenkungsstabs* [11] bestimmt wird. Diese Meſsstangen können zu beiden Seiten des Kastens, in welchem das Magnetometer eingeschlossen wird, horizontal und dem magnetischen Meridian parallel gelegt werden, in der Art, daſs die Linien, welche entsprechende Puncte beider Maaſse verbinden, horizontal und rechtwinklicht gegen den magnetischen Meridian sind. Diese Stangen können so hoch gelegt werden, daſs der auf ihnen aufgelegte Ablenkungsstab in gleicher Höhe mit dem schwingenden Stabe sich befindet. Wenn dieſs nicht der Fall ist, muſs der Verticalabstand jenes auf den Meſsstangen liegenden Ablenkungsstabs und des schwingenden Stabs gemessen werden. Die Meſsstangen müssen 5 bis 6 Meter Länge haben und nach Süden und Norden fast gleich weit das Magnetometer überragen. Wenn es die Breite des Saals gestattet, ist es vortheilhaft, eine 3te Meſsstange horizontal und rechtwinklicht mit den beiden vorigen zu verbinden. Sie kann so unter dem Kasten des Magnetometers weggehen, daſs sie von einem Perpendikel getroffen wird, der von der Mitte zwischen dem Aufhängepunct und Schwerpunct des schwingenden Stabs herabgefällt wird. Die Meſsstangen müssen ihrer Länge nach etwas verschoben werden können, um sie so einzustellen, daſs der

Ablenkungsstab, auf entsprechende Puncte vor und hinter dem Kasten aufgelegt, gleiche Ablenkungen hervorbringe. Nach diesen Vorbereitungen besteht die Intensitätsmessung

1) in der Bestimmung des Trägheitsmoments des Ablenkungsstabs (siehe unten *Gewichte und Gewichtshalter* [12])),
2) in der Messung der Schwingungsdauer des Ablenkungsstabs,
3) in der Messung der Ablenkung eines aufgehangenen Hülfsstabs durch den Ablenkungsstab bei 2 verschiedenen Entfernungen des letztern in Süden und Norden oder in Osten und Westen vom Magnetometer.

Nach der gegebenen Uebersicht von der Einrichtung des magnetischen Observatoriums und Anordnung der darin aufzustellenden Instrumente möge über einzelne Theile noch Folgendes bemerkt werden.

Bemerkungen über einzelne Theile des magnetischen Observatoriums und der magnetischen Instrumente.

1) *Der Saal.* Taf. I. und II. stellen den Saal in perspectivischer Ansicht und im Grundrisse dar. In der ersten Ansicht ist die südliche Wand weggenommen; vorn zur rechten Hand sieht man *a*) das Fundament für den Theodolith, *b*) das Stativ des Theodoliths, *c*) den Theodolith, *d*) die am Stativ befestigte Scale, *e*) das von der Mitte des Objectivs herabgelassene Loth; daneben ist *f*) die Uhr aufgestellt; eine vom Theodolithenfernrohr zu der durch einen Pfeil bezeichneten Mire auf der gegenüberstehenden Wand gezogene Linie würde den magnetischen Meridian angeben. An der Decke, nahe der Mitte, ist der Träger des Magnetometers befestigt. Von ihm hängt der Faden herab, welcher das Schiffchen trägt, in welchem der Magnetsab liegt, an dessen vordern Ende der Spiegel vertical befestigt ist. Der Abstand des Spiegels von dem Fernrohre und von der Mitte der Scale, über welche ein vom Theodolithenfernrohr herabgesenktes Loth weggeht, sind zusammen so grofs, wie der Abstand des Fernrohrs von der Mire.

2) *Der Theodolith.* Zur Beobachtung der Declinationsvariationen reicht ein Fernrohr hin, das auf seinem Stative

blos in verticaler Ebene drehbar ist, um von Zeit zu Zeit statt auf den Spiegel auf die Mire gerichtet zu werden. Es wird dadurch geprüft und bestätigt, daſs das Fernrohr fest gestanden hat. Zu absoluten Declinationsmessungen wird statt eines solchen Fernrohrs ein Theodolith gebraucht. Da die einzelnen Abtheilungen einer in Millimeter getheilten Scale nicht allein gesehen, sondern noch Unterabtheilungen derselben geschätzt werden sollen, ist es bei 5 Meter Abstand der Scale und des Fernrohrs vom Spiegel nöthig, daſs letzteres wenigstens eine 30malige Vergröſserung gebe.

3) *Die Uhr.* Alle Beobachtungen werden genau nach der Zeit gemacht, zu welchem Zwecke eine Uhr, welche die Secunden deutlich schlägt, nahe bei dem Beobachter stehen und ihm das Zifferblatt zukehren muſs, damit er zu jeder Zeit die Zeiger ablesen und die Secunden fortzählen könne. Ein Chronometer kann denselben Zweck erfüllen.

4) *Das Magnetometer.* Abgesehen von einer Uhr und einem Theodolithen, die bei Anstalten, wo die magnetischen Beobachtungen mit Vollständigkeit ausgeführt werden sollen, ohnedem als vorhanden vorausgesetzt werden dürfen, besteht das Magnetometer aus folgenden für die Declinationsmessungen nothwendigen Theilen: dem Magnetstabe, dem Schiffchen nebst Torsionskreise, dem Träger nebst Schraube und Faden, dem Spiegel und Spiegelhalter, dem Torsionsstabe, der Scale und dem Beruhigungsstabe, wozu für die Intensitätsmessungen noch folgende Theile hinzu kommen: die Meſsstangen, der Ablenkungsstab, die Gewichte und der Gewichtshalter. Den Magnetstab in seiner Verbindung mit dem Schiffchen nebst Torsionskreise (welcher selbst wieder mit dem Träger durch den Faden verbunden ist) und mit dem Spiegel und Spiegelhalter sieht man Taf. X. Fig. 3. und 5. abgebildet.

5) *Die Scale.* Fig. 10. giebt eine Probe von der bisher gebrauchten Scale, die wenigstens 1 Meter lang seyn muſs. Hr. Rittmüller in Göttingen hat in seiner Anstalt eine solche Scale lithographiren und auf weiſsem Kartenpapier abdrucken lassen.

6) *Das Senkel am Objectiv des Fernrohrs.* Ein feiner Draht von dunkler Farbe, der an seinem untern Ende ein Gewicht

trägt, wird am obern Rande des Objectivs so befestigt, daſs er genau über die Mitte des Objectivs herabhängt. Zur Fixirung dieses Drahts können die kleinen Einschnitte der gerieften Objectivfassung benutzt werden, oder es kann ein Ring zu diesem Zwecke über diese Fassung geschoben werden, der 2 Einschnitte hat, die sich diametral gegenüber stehen. Der obere Einschnitt dient zur Befestigung des Drahts und der Ring wird so gestellt, daſs der Draht durch den unteren Einschnitt frei hindurch geht. Betrachtet man durch das Fernrohr das Bild der Scale im Spiegel, so sieht man zugleich das Bild jenes Drahts sich auf der weiſsen Fläche der Scale projiciren und findet dadurch denjenigen Punct der Scale, der in der Verticalebene der optischen Axe des Fernrohrs liegt. Die Stelle, wo das Senkel verlängert den Boden trifft, wird genau bezeichnet und dient als Prüfungsmittel für die unverrückte Lage des Theodolithenstativs.

7) *Der Spiegel nebst Spiegelhalter.* Der Spiegel des Magnetometers muſs vollkommen plan seyn, weil sonst bei einer 30maligen Vergröſserung das Bild der Scale undeutlich wird. Die Planspiegel aus dem Utzschneiderschen optischen Institute in München haben sich bisher als die besten bewährt. Es ist vortheilhaft, wenn der Spiegel etwas breiter als hoch ist, weil, wenn der Magnetstab schwingt, abwechselnd die rechte und linke Seite des Spiegels vor das Fernrohr tritt. Die angemessensten Dimensionen des Spiegels sind 50 bis 70 Millimeter Höhe und 70 bis 100 Millimeter Breite. Bei Abmessung der Entfernung des Spiegels von der Scale und von der Mire ist die Brechung der Lichtstrahlen an der vorderen Glasoberfläche des Spiegels zu beachten. Aus dem bekannten Brechungsverhältnisse des Glases geht nämlich hervor, daſs diejenige Ebene als reflectirende zu betrachten sey, welche halb so weit von der hintern als von der vordern Fläche des Spiegelglases entfernt liegt. Der Spiegel wird an dem dem Fernrohre zugekehrten Ende des Magnetstabs befestigt und soll mit ihm ein so festes System bilden, daſs keine gegenseitige Verrückung beider während der Versuche zu fürchten sey, ungeachtet dabei der Magnetstab aus dem Schiffchen herausgenommen und verkehrt wieder hineingelegt wird. Auſserdem soll der Spiegel gegen den Stab eine solche Lage

erhalten, dafs die Normale des Spiegels der magnetischen Axe des Stabs ganz oder nahe parallel sey. Zu beiden Zwecken dient der Fig. 4. abgebildete Spiegelhalter, dessen Hülse mit Schrauben am Stabe befestigt wird. Der den Spiegel tragende Rahmen kann durch Schraubenbewegung um 2 rechtwinklichte Axen gedreht werden, wodurch er in die geforderte Lage gebracht wird.

8) *Der Träger nebst Hebeschraube und Faden.* Es ist sehr zweckmäfsig, den Faden, welcher den Magnetstab tragen soll, an der Decke zu befestigen, weil dadurch der Magnetstab vom Fufsboden hinreichend isolirt und vor den Erschütterungen geschützt wird, die der Fufsboden beim Gehen im Saale erleidet; hauptsächlich aber, weil der Faden dadurch eine schickliche Länge erhält. Wählt man keinen Metalldraht (dessen Elasticität bei gleichem Tragvermögen fast 10 mal gröfser ist, als die eines Seidenfadens), sondern einen aus parallelen Coconfäden zusammengesetzten Faden zum Tragen des Magnetstabs; so verlängert sich dieser zumal im Anfange sehr beträchtlich, und es wird darum von Zeit zu Zeit nothwendig, den Faden in die Höhe zu ziehen, damit der Magnetstab und der daran befestigte Spiegel seine ursprüngliche Höhe wieder erhalte. Bei diesem Aufziehen darf der Faden nicht aus der Verticalen, die er einnahm, verrückt werden. Zu diesem Zwecke dient eine Schraube, in deren Gewinde der Faden eingelegt ist, und auf welcher er noch weiter aufgewunden werden kann, während ein entfernterer Theil der Schraube in eine feststehende Mutter eingreift. Das Gewinde, in welches der Faden beim Vorwärtsdrehen der Schraube sich neu einlegt, tritt dann von selbst (durch die Vorwärtsbewegung der ganzen Schraube) an die Stelle dessen, in welchem der vertical herabhängende Faden zuvor gelegen hatte. Die feststehende Mutter nebst einem festen Lager, durch welches die Schraubenspindel an ihrem Ende frei hindurchgeht, sind in einem hölzernen Schieber eingelassen, der mit Nuth und Feder in ein gröfseres an die Decke befestigtes Bret eingreift und darin parallel mit der Nord- und Südwand des Saals verschoben werden kann. Wenn mit der Zeit die Lage des magnetischen Meridians sich beträchtlich ändern sollte; so dient diese Schiebung dazu, das Magnetometer in dem Meridiane des Fernrohrs zu erhalten.

Nach einer solchen Verschiebung des Trägers an der Decke, die nur selten vorgenommen zu werden braucht, muſs an der gegenüberstehenden Wand eine neue Mire angebracht werden, auf welche das Fernrohr, ohne aus dem Meridian zu weichen, eingestellt werden kann. Der Faden, an dem der Magnetstab hängt, besteht aus 200 parallelen Coconfäden, von denen jeder 30 Gramm trägt, ohne zu zerreiſsen. Das Gewicht, welches dieser Faden gewöhnlich zu tragen hat, beträgt fast 2000 Gramm, wozu, wenn für die Intensitätsmessung das Trägheitsmoment des Magnetstabs ermittelt werden soll, noch zwei 500 Gramm schwere Gewichte kommen. Der Faden trägt also nie mehr, als die Hälfte des Gewichtes, bei dem er zerreiſsen würde. Dabei ist er etwa 2 Meter lang, und hat eine Torsionskraft, deren Moment, für kleine Ablenkungen etwa den 1000sten Theil des magnetischen beträgt. Dieser Faden ist so zubereitet worden, daſs der einfache Coconfaden 25 mal um 2 Glasröhren geführt wurde, die 4 mal weiter von einander abstanden, als der Faden lang werden sollte. Darauf wurden die beiden Enden des Fadens fest zusammengebunden, und der von ihm gebildete 25fache Ring durch Entfernung der beiden Glasröhren von einander gespannt. Darauf wurde mitten zwischen den beiden Glasröhren ein Haken mit einem kleinen Gewichte angehangen, die beiden Glasröhren in die Höhe gehoben und zusammengeführt und die beiden die Glasröhren umschlieſsenden Schleifen zu einer Schleife vereinigt. So entstand ein hundertfältiger Faden, der oben und unten eine Schleife bildete, und auf ähnliche Weise nochmals zusammengelegt den Faden gab, an welchem der Magnetstab aufgehangen wurde.

9) *Das Schiffchen nebst Torsionskreis.* Die Torsionskraft des Fadens, an welchem der Magnetstab aufgehangen wird, darf bei den absoluten Declinations- und Intensitätsmessungen nicht auſser Acht gelassen werden, selbst wenn dieser Faden sehr lang und fein ist. Um die Gröſse dieser Kraft zu messen und ihren Einfluſs dadurch zu vermindern, daſs der Faden bei dem mittleren Stande des Magnetstabs in seine natürliche Lage gebracht wird, für die sein Drehungsmoment Null ist, war es nöthig, den Faden an einen seiner beiden Enden so um sich selber drehen zu können, daſs sich dabei der Drehungswinkel

messen liefs. Um diese Drehung zur Hand zu haben, wird sie am untern Ende des Fadens angebracht; damit aber der Magnetstab nicht mit gedreht werde, wird das Schiffchen aus zwei Theilen, gleichsam aus einer Alhidade und einem Kreise zusammengesetzt, die sich nur um eine gemeinsame verticale Axe drehen lassen. Die Alhidade trägt den Magnetstab und wird vom Kreise getragen. Der Kreis ist mit einem Zapfen versehen, der durch die Alhidade hindurchgeht und oben zwei Haken hat, unter welche der am Faden befestigte Haken mit 2 Spitzen untergreift. Bei dieser Einrichtung des Schiffchens ist es von Wichtigkeit, dafs die Alhidade, in welcher der Magnetstab liegt, auf dem Rande des Kreises, der vom Faden getragen wird, aufliege, weil sonst der Fall eintritt, dafs die Reibung, wenn sie blos nahe an der Drehungsaxe statt findet, eine gegenseitige Verschiebung beider Theile gegen einander in Folge des vom schwingenden Stabe erhaltenen Impulses gestattet. Uebrigens ist das Schiffchen so gestaltet, dafs der Magnetstab sowohl mit seiner breiten als schmalen Seite aufgelegt hineinpafst. Es ist diefs zu dem Zwecke geschehen, um durch Declinationsbeobachtungen bei jenen verschiedenen Lagen des Magnetstabs im Schiffchen die Lage des Spiegels gegen die magnetische Axe des Stabs genau zu bestimmen.

10) *Der Kasten und die Mefsstangen.* Der Kasten, welcher das Magnetometer vor den Einflüssen der Luftströmungen schützt, ist weit und zugänglich gebauet. Er bildet einen Cylinder von 800 Millimeter Durhmesser und 300 Millimeter Höhe. Die cylindrische Form hat er aus dem Grunde erhalten, weil bei den Intensitätsmessungen zur Ermittelung des Trägheitsmoments auf den 600 Millimeter langen Magnetstab ein 700 Millimeter langer Holzstab unter rechtem Winkel aufgelegt wird, und dieser Stab, an welchem Gewichte angehängt werden, mit dem Magnetstabe zusammen im Kasten Platz finden und frei schwingen mufs. Um diese Versuche mit Bequemlichkeit auszuführen, war es auch nothwendig, dafs der Kasten von oben ganz geöffnet, jedoch auch wieder sehr dicht verschlossen werden konnte, so dafs nur für den Faden eine Oeffnung in der Decke, für den Spiegel eine in der Seitenwand des Kastens blieb. Die letztere kann mit einem kleinen hölzernen Schieber verschlossen werden, um in der Zeit, wo nicht beobachtet

wird, den Luftzug abzuhalten. Oberhalb verschliefsen 2 halbkreisförmige Deckel den Kasten, welche genau darauf passen und von denen der eine mit einer kleinen Oeffnung für den Faden versehen ist. Diese Oeffnung für den Faden befindet sich nicht im Mittelpuncte des von beiden Deckeln gebildeten Kreises, sondern sie ist so angebracht, dafs, indem der Faden frei hindurchgeht, der Spiegel des daran hängenden Magnetstabs dicht vor der Oeffnung in der Seitenwand des Kastens zu schweben kommt. Diefs ist darum nöthig, damit eine kleine Oeffnung hinreiche, um das Licht von der Scale zum Spiegel und vom Spiegel zum Fernrohr zu lassen. — Um den Kasten herum sind Mefsstangen aufgelegt, welche dazu dienen, im Süden und Norden oder im Osten und Westen des Magnetometers in vorgeschriebenen Entfernungen und in vorgeschriebener Lage einen andern Magnetstab aufzulegen, welcher den hängenden Stab aus dem magnetischen Meridian ablenken soll.

11) *Der Torsionstab und der Ablenkungsstab.* Dafs der Faden, an welchem der Magnetstab hängt, bei der mittleren Stellung des letztern seine natürliche Lage (ohne Drehung) habe, wird daraus erkannt, dafs ein messingener Stab von gleicher Länge und Breite und fast gleichem Gewichte, wie der aufgehangene Magnetstab, in welchem nur ein kleiner Magnet eingelegt ist (um die Schwingungsdauer, die er getrieben von der Elasticität des Fadens haben würde, etwas abzukürzen), an die Stelle des Magnetstabs in das Schiffchen gelegt, seine magnetische Axe eben so richtet, wie jener. Um diese Prüfung mit Genauigkeit auszuführen, mufs dieser Hülfsstab eben so wie der Hauptstab mit Spiegel und Spiegelhalter versehen seyn. — Zur Intensitätsmessung wird ein zweiter Magnetstab von gleichen Dimensionen wie der Hauptstab erfordert, der auch anstatt des Hauptstabs in das Schiffchen eingelegt werden kann, um seine Schwingungen zu beobachten und sein Trägheitsmoment zu messen. Dieser selbe Stab mufs aber auch als Ablenkungsstab dienen und wird zu diesem Zwecke in ein hölzernes Kästchen gepafst, das äufserlich mit ebenen, seiner magnetischen Axe paralellen Flächen und geraden Kanten begrenzt ist, um ihm darnach seine Stelle auf den Mefsstangen schnell und genau anzuweisen.

12) *Die Gewichte und der Gewichtshalter.* Zur Intensitäts-

messung wird erfordert, dafs man den Ablenkungsstab auch schwingen lasse und sein Trägheitsmoment dabei ermittele. Zu letzterm Zwecke wird ein dünner Holzstab quer über den schwingenden Magnetstab gelegt und an demselben 2 gleiche Gewichte zu beiden Seiten des Magnetstabs, successive in verschiedenen Entfernungen von einander angehangen. Um die Aufhängepuncte der Gewichte an diesem Holzstäbchen kenntlich zu machen und ihre wechselseitige Entfernung von einander genau zu bestimmen, sind die beiden Gewichte, deren jedes 500 Gramm beträgt, mit Henkeln versehen, welche ein Hütchen nach unten kehren. Dieses Hütchen wird auf eine feine aus der Holzleiste hervorragende Spitze gestellt. Solcher hervorragender Spitzen befinden sich in der Holzleiste mehrere in 50 Millimeter Entfernung von einander mit Ausnahme der beiden mittelsten, welche 100 Millimeter von einander abstehen. Diese Abstände müssen mit mikroskopischer Genauigkeit abgemessen werden.

13) *Der Beruhigungsstab.* Zur schnellen und genauen Ausführung der Beobachtungen ist es von Wichtigkeit, die Schwingungen des Magnetstabs nach Belieben moderiren zu können, z. B. ihnen bei Messung der Schwingungsdauer anfänglich eine Gröfse von 2 bis 3 Grad zu geben, oder bei den Variationsbeobachtungen sie so klein wie möglich zu machen nnd nie gröfser als 2 bis 3 Bogenminuten werden zu lassen. Diesen Zweck erreicht man durch den Beruhigungsstab, auf dessen Gebrauch jeder Beobachter sich einüben mufs. Es ist ein Magnetstab halb so lang und breit und 4 mal leichter als der Hauptstab. Wird dieser Stab hinter dem Theodolithen von dem Beobachter horizontal und rechtwinklicht gegen den magnetischen Meridian gehalten; so bringt er aus dieser Entfernung (von etwa $5\frac{1}{2}$ Meter), wenn er stark magnetisirt ist, eine Ablenkung von etwa 1 Bogenminute hervor und zwar westlich, wenn sein Nordpol östlich gehalten wird und umgekehrt. Diese Ablenkung wird aber desto kleiner, je mehr dieser Stab von der horizontalen Lage entfernt wird und verschwindet gänzlich bei Annäherung an die verticale Lage. Man darf daher kein Bedenken tragen, einen solchen Stab in dieser Lage während der Beobachtungen hinter sich an der Mauer oder neben sich am Uhrgehäuse (wie es Taf. I.

und II. dargestellt ist) stehen zu lassen, bis man ihn gebrauchen will. Der Gebrauch des Beruhigungsstabs bei den magnetischen Messungen ist sehr mannichfaltig und es ist wichtig, um in der Anstellung jener Versuche eine Kunstfertigkeit zu erlangen, sich mit den Gesetzen seiner Wirksamkeit genau bekannt zu machen. Es soll daher der Darstellung der Regeln und Gesetze für den verschiedenen Gebrauch und die Wirkungen des Beruhigungsstabs in der Folge ein eigener Artikel gewidmet werden.

Endlich möge noch über die Lage des Gebäudes bemerkt werden, daſs ohne Nachtheil für die Beobachtungen in einiger Entfernung davon andere Gebäude sich befinden können. Das magnetische Observatorium durfte z. B. in Göttingen, wenn nicht groſse Unbequemlichkeiten für die Beobachter daraus hervorgehen sollten, nicht weit von der *Sternwarte* entfernt werden, wo in der näheren Umgebung derjenige Platz, den es jetzt einnimmt, der angemessenste von allen war, unter denen die Wahl frei stand. Die Mitte dieses Platzes, wo das Magnetometer aufgestellt ist, liegt, wie man aus dem Taf. III. gegebenen Situationsplan erkennt, etwa 60 Meter westlich von der Sternwarte. Aus dieser Entfernung üben mäſsige magnetische Kräfte auf das im magnetischen Observatorium aufgestellte Magnetometer einen so geringen Einfluſs aus, daſs es ganz unbedenklich gefunden worden ist, in einem Saale der Sternwarte einen magnetischen Hülfsapparat aufzustellen, der bei absoluten Messungen sehr wesentliche Dienste leistet, um die verschiedenen zu einem absoluten Resultate nothwendigen, nach einander anzustellenden Beobachtungen trotz der Veränderlichkeit des Erdmagnetismus vergleichbar zu machen.

Zur Bestimmung des Einflusses entfernter Magnete, deren Stärke und Lage gegen das Magnetometer bekannt ist, wird in der Folge eine genauere Anweisung gegeben werden, welche besonders dazu dienen wird, wenn mehrere magnetische Apparate (z. B. ein Haupt-Magnetometer, ein Hülfs-Magnetometer und ein Inclinatorium) in benachbarten Gebäuden aufgestellt werden sollen, entweder um sich sicher zu überzeugen, daſs ihr Einfluſs auf einander unschädlich ist, oder, wenn das nicht der Fall ist, um ihn in Rechnung zu bringen,

oder, wenn er gar zu beträchtlich wäre, die zu seiner Verminderung nothwendige wechselseitige Entfernung der Gebäude und der darin aufzustellenden Apparate genau zu bestimmen.

Erklärung der zehnten Tafel.

Auf dieser Tafel ist das Magnetometer in seinen einzelnen Theilen dargestellt worden, mit Ausnahme der Uhr und des Theodolithen, der Meſsstangen, des Kastens, des Torsions- und Beruhigungsstabs, die theils keiner besondern Abbildung bedurften, theils in kleinerem Maaſsstabe auf Taf. I. und II. schon abgebildet sind. Dagegen bedurfte die Einrichtung des Trägers nebst der Hebeschraube, des Schiffchens nebst dem Torsionskreise, des Spiegelhalters nebst seiner Correctionen, des Gewichtshalters nebst Gewichten einer genaueren Darstellung, die auf dieser Tafel in halben Maaſstabe und von verschiedenen Seiten gegeben ist. Das Schiffchen nebst dem Torsionskreise mit dem inliegenden Magnetstabe sind in dreifacher Lage dargestellt worden, nämlich von Westen, von Süden und von oben; eben so der Spiegelhalter, der Träger nebst der Hebeschraube sind von zwei Seiten dargestellt worden, nämlich von Westen und von Süden. Die südliche Ansicht des Schiffchens nebst dem Torsionskreise und dem eingelegten Magnetstabe ist benutzt worden, um anschaulich darzustellen, wie zum Zweck der absoluten Intensitätsmessung und der dazu nöthigen Kenntniſs des Trägheitsmoments des schwingenden Theils des Magnetometers auf den im Schiffchen liegenden Magnetstab der Gewichtshalter in west-östlicher Lage aufgelegt und an Spitzen, die er trägt, zwei halbe Kilogramm-Gewichte aufgehängt werden. Zur Ersparung des Raums auf der Platte sind in der obersten Reihe die beiden Ansichten des Trägers nebst der Heheschraube neben einander gestellt, dadurch ist aber verhindert worden, sie beide in die richtige relative Lage gegen die daran hängende schwingungsfähige Abtheilung des Magnetometers zu bringen. Man sieht jedoch leicht, wie die Ansicht des Trägers mit der Hebeschraube in Fig. 1. mit der Ansicht des Schiffchens, Torsionskreises, Magnetstabs und des Spiegelhalters in Fig. 3. zusammen gehört,

wenn man den in Fig. 1. angedeuteten Anfang und das in Fig. 3. angedeutete Ende des verticalen Verbindungsfadens beachtet. Diese beiden Figuren stellen die Haupttheile des Magnetometers in der Ansicht von Westeu dar. Eben so gehören Fig. 2. und 6. zusammen und geben die Ansicht des Instruments von Süden her betrachtet. Es ist in Fig. 6. der Spiegelhalter vom Südende des Magnetstabs abgenommen worden, damit er das dahinter liegende Schiffchen nicht verdeckte, und ist in Fig. 4. besonders dargestellt. Während in der Fig. 3. gegebenen westlichen Ansicht blos der kleine Einschnitt am Schiffchen angedeutet ist, in welchen der Gewichtshalter paſst, ist in der Fig. 6. gegebenen südlichen Ansicht dieser Gewichtshalter selbst auch in jenen Einschnitt eingesetzt und auf den Magnetstab aufgelegt, und auf die von ihm dargebotenen Spitzen sind die beiden halben Kilogramme, die er tragen soll, aufgestellt worden.

Fig. 1. stellt den Träger nebst Schraube und Faden von Westen gesehen dar. *AA* ist ein an die Decke befestigtes Bret; *BB* sind zwei darauf geleimte parallele Holzleisten, zwischen denen sich ein Schieber *DD* von Osten nach Westen bewegen läſst, der von zwei vorspringenden Leistchen *CC* getragen wird; am Schieber sind durch Schrauben die messingenen Lager *E* befestigt, durch welche die Hebeschraube in der Richtung von Osten nach Westen hindurchgeht; *F* ist ihr Schraubenkopf am westlichen Ende, der in dieser Figur die Schraube selbst bedeckt; *G* ist der an der Schraube befestigte Faden.

Fig. 2. stellt denselben Träger nebst Schraube und Faden von Süden gesehen dar. *AA* ist hier der Längendurchschnitt des an die Decke befestigten Brets; *BB* ist die nördliche, auf jenes Bret aufgeleimte Leiste; *CC* das Leistchen, auf welchem der Schieber aufruht; es ist am Rande mit einer Scale versehen, die zur Stellung des Schiebers dient; *DD* stellt den Schieber seiner Länge nach dar, woran die messingenen Lager *E* und *E′* mit Schrauben befestigt sind. Durch diese Lager geht die Hebeschraube hindurch, deren Kopf *F* ist. Diese Schraube greift mit ihrem Gewinde in das Lager *E* ein und wird daran von der Gegenmutter *H* festgedrückt. Nahe am zweiten Lager *E′* verwandelt sich die Schraube in einen glatten

Cylinder, der durch eine glatte Oeffnung des Lagers *E′* hindurchgeht. Am Ende der Schraubengewinde ist der Faden *G* befestigt und liegt in den Schraubengängen, worin er bis zur Mitte zwischen beiden Lagern fortläuft und von da senkrecht herabhängt und am untern Ende das Schiffchen des Magnetometers trägt. Soll der Faden gehoben werden, so wird die Gegenmutter *H* gelöst und dann die Schraube am Schraubenkopfe *F* in ihren Lagern gedrehet.

Fig. 3. stellt die schwingungsfähige Abtheilung des Magnetometers von Westen gesehen dar. Sie besteht aus 2 Haken *AA*, von denen in dieser Figur der hintere vom vorderen verdeckt wird. An einem unter diese beiden Haken greifenden Stifte wird das untere Ende des Fadens *G* befestigt. Ferner gehört zu dieser Abtheilung des Magnetometers der Torsionskreis *BB*, auf welchem das Schiffchen *CCCC* aufruhet; der Magnetstab *DD* und der Spiegelhalter *E* mit zwei Rähmchen *FF*, *HH* und den zur Aufnahme des Spiegels dienenden Klemmen *KK*. Mit Ausnahme des Magnetstabs *DD*, der allein 1700 Gramm wiegt, und des Spiegels, der ziemlich dick seyn mufs, damit er sich nicht beugen könne, sind alle übrigen Theile aus dünnem Messing gearbeitet, um das Trägheitsmoment des Magnetometers wenig zu vergröfsern. Der Faden, der das Schiffchen trägt, ist nicht am Schiffchen unmittelbar, sondern an einen Stift angebunden, der unter die Haken *AA* greift, um, ohne seine Befestigung zu lösen, vom Schiffchen abgenommen werden zu können. Der Stift ist mit zwei ungefär 40 Millimeter von einander abstehenden Spitzen versehen und greift damit in zwei kleine Vertiefungen der beiden Haken *AA* ein. Der Torsionskreis *BB* ist mit einem verticalen Zapfen versehen, dessen oberes Ende die Haken *AA* trägt und der von dem darum drehbaren Schiffchen umschlossen wird. Das Schiffchen selbst ruht auf der Peripherie des Torsionskreises, wird jedoch durch seine Reibung an der Peripherie des Torsionskreises verhindert sich zu drehen. Am Ende des Magnetstabs *DD* sieht man den Spiegelhalter, welcher bei *E* eine den Magnetstab umschliefsende Scheide bildet, die durch Schrauben daran festgeklemmt wird. An dieser Scheide ist ein um eine verticale Axe drehbares Rähmchen *FF′* angebracht. Eine kleine Druck- und Klemmschraube, die zur Verstellung

und Feststellung dieses Rähmchens dienen, befinden sich auf der abgewendeten Seite der Figur und sind darum nicht sichtbar. Mit diesem ersten, um eine verticale Axe drehbaren Rähmchen *EF'* ist ein zweites, um eine horizontale Axe bei *F'* drehbares Rähmchen *HH* verbunden, welches gegen das erstere mit Hülfe der oberhalb sichtbaren Druck- und Klemmschraube gleichfalls verstellt und festgestellt werden kann. An diesem zweiten Rähmchen sind die Klemmen angebracht, welche den Spiegel aufnehmen sollen. Es sind 3 solche Klemmen vorhanden, aber in dieser Figur nur 2 davon bei *K* und *K'* sichtbar, weil die dritte von der zweiten bei *K'* verdeckt wird.

Fig. 4. dient zur deutlicheren Uebersicht aller Theile des Spiegelhalters, welche in dieser hier dargestellten Ansicht von Süden einzeln besser sichtbar sind, als in der vorhergehenden von Westen. Die einzelnen Theile sind hier mit den nämlichen Buchstaben bezeichnet. Das im Hintergrunde zwischen *E* und *E''* sichtbare Rechteck ist der Querschnitt der den Magnetstab umschliefsenden und daran fest zu schraubenden Hülse des Spiegelhalters. Diese Hülse hat auf der einen Seite zwei Vorsprünge *E'E'*, welche die verticale (in unserer Figur horizontale) Axe des Rähmchens *FFF'F'* bilden. Gegenüber bei *E''* ist ein dritter Vorsprung, gegen welchen die Druck- und Klemmschraube wirken, die zur Verstellung und Feststellung dieses ersten Rähmchens dienen. An diesem ersten Rähmchen bei *F'F'* ist eine horizontale (in unserer Figur verticale) Axe angebracht, um welche das zweite Rähmchen *HHHH* sich drehen kann. Dieser Axe gegenüber sind an beiden Rähmchen kleine Vorsprünge, die durch Druck- und Klemmschraube ebenfalls gegenseitig verstellt und festgestellt werden können. In dem zweiten Rähmchen sieht man 3 Schlitze *HH*, *HH*, *HH* angebracht, in welchen 3 kleine Schieber verschoben und festgestellt werden können. Diese Einrichtung dient dazu, den Raum zur Aufnahme des Spiegels der Gröfse des letztern anzupassen. Diese 3 kleinen Schieber endigen nach Süden mit 3 kleinen verticalen Kreisflächen, auf welche die Kehrseite des Spiegels mit ihren Rändern aufgelegt wird, während der Kopf einer Schraube, deren Gewinde am Spiegelrande vorbei in den Schieber eingreift, auf die Vorderfläche drückt. Man sieht in dieser Figur die Schieber nicht

selbst, sondern blos die Köpfe der 3 Schrauben, welche in sie eingreifen und jene ganz bedecken.

Nach diesen Erklärungen der ersten Figuren werden einige kurze Bemerkungen für die übrigen genügen.

Fig. 5. Bei dieser Ansicht des Schiffchens, Torsionskreises, Magnetstabs und Spiegelhalters von oben zeigt sich vorzüglich der Torsionskreis deutlicher, so wie die Gestalt des auf seinem Rande aufliegenden, wie eine Alhidade drehbaren Schiffchens. Auch sieht man in der Mitte des Kreises das Ende des durch die Alhidade hindurchgehenden Zapfens und den daran befestigten Doppelhaken mit seinen zwei Vertiefungen. Der Messingstift, der mit seinen Spitzen in diese Vertiefungen paſst, ist der Deutlichkeit halber weggenommen. In dieser Figur sieht man übrigens, wie der Spiegel am Spiegelhalter befestigt ist.

Fig. 6. In dieser Figur, die schon mehrmahls erwähnt worden ist, ist besonders deutlich zu sehen, wie der Stift, an welchen der Faden geknüpft ist, mit seinen beiden Spitzen in die Vertiefungen der Haken eingreift, die durch ein Joch verbunden sind, das in seiner Mitte mit einem 4eckigen Loche versehn auf den 4seitig abgefeilten Zapfen des Torsionskreises aufgesteckt und durch eine Schraube darauf festgehalten wird. Da das Schiffchen nebst dem Magnetstabe in die Höhe gehoben werden muſs, wenn der letztere zur Ermittelung seiner magnetischen Axe umgelegt werden soll; so würde der Stift, an welchem der Faden angeknüpft ist, dabei herausfallen, wenn nicht unter dem Stifte eine kleine Feder angebracht wäre, die in dieser Figur sichtbar ist und welche den Stift auch dann in seiner Lage fest hielte. Das über 700 Millimeter lange Holzstäbchen, welches in dieser Figur über die Mitte des Magnetstabs gelegt ist, und zur Aufhängung zweier Halbkilogramme dient, die das Trägheitsmoment des Magnetstabs vermehren sollen, ist mit 6 Spitzen versehen, auf welche die beiden Gewichte in 3 verschiedenen Entfernungen von einander gestellt werden können. Die beiden mittelsten Spitzen sind 100, die folgenden 400, die äuſsersten 700 Millimeter von einander entfernt. Die ersten und letzten stehen fest, die dazwischen liegenden können abgenommen und in andere Vertiefungen, die von 50 zu 50 Millimeter angebracht sind,

versetzt werden. Die Abstände aller dieser Spitzen müssen mit mikroskopischer Genauigkeit gemessen werden.

Fig. 7. 8. *und* 9. stellen den Stift, an welchem der Faden befestigt ist, von der Seite, von oben und von unten gesehen dar. Die erste Ansicht zeigt die beiden Spitzen, mit welchen dieser Stift in die Vertiefungen der beiden Haken am Torsionskreise eingreift, so wie die Feder, welche diesen Stift festhält, auch wenn das Schiffchen in die Höhe gehoben und der am Stifte angebundene Faden abgespannt wird. Die zweite Ansicht zeigt die enge runde Oeffnung, durch welche der Faden hindurchgezogen und zusammengehalten wird. Die dritte Ansicht zeigt eine ovale Oeffnung, die von einem runden Querstifte halbirt wird. Um letztern wird der Faden geschlungen und fest gezogen, nachdem er seiner Länge nach durch die von seinem untern Ende gebildete Schleife durchgezogen worden ist.

Fig. 10. giebt endlich eine Probe von der Scale, die unter dem Theodolith aufgestellt, und deren Spiegelbild mit dem Theodolithen-Fernrohre beobachtet wird. Bei Anwendung eines astronomischen Fernrohrs, welches vor einem terrestrischen bei gleichem Objectivglase den Vorzug gröſserer Helligkeit und Kürze hat, wird die Scale umgekehrt, so daſs die Zahlen über der Theilung zu stehen kommen, statt sie in unserer Figur unter der Theilung sich befinden.

Kostenbetrag,
welchen die Erbauung und Einrichtung eines magnetischen Observatoriums verursacht.

Die Kosten eines magnetischen Observatoriums zerfallen in die Kosten des *Gebäudes* und in die der *Instrumente.*

Die Aufführung eines *Gebäudes* verursacht nicht überall gleiche Kosten. Beispiels halber mögen hier die Kosten des Baues des magnetischen Observatoriums zu Göttingen angeführt werden, welche nach Vollendung desselben sich zu

797 Thlrn. 19 Ggr. 6 Pf. Preuſs. Courant

ergeben haben. Dabei ist zu bemerken, daſs ein Theil dieser

Kosten darauf verwendet worden ist, alles Eisen vom Gebäude auszuschliefsen. Alle Nägel, Schlösser, Thür- und Fensterangeln, überhaupt alles, wozu bei andern Gebäuden Eisen verwendet wird, ist in diesem von Kupfer, wodurch bewirkt worden ist, dafs in einem grofsen Umkreise vom Magnetometer sich gar nichts befindet, was auf die magnetischen Erscheinungen schädlich einwirken könnte.

Die Kosten der *Instrumente* lernt man aus folgendem Preis-Courant des Hrn. Mechanicus Meyerstein zu Göttingen kennen, welcher die meisten Instrumente dieser Art bisher verfertigt hat.

1)	Ein 8zölliger Theodolith	150	Rthrl.
2)	eine Secunden-Uhr		
3)	ein festes Stativ für den Theodolith	7	—
4)	eine Scale nebst Fassung	1	—
5)	der Erleuchtungs-Apparat	11	—
6)	der Träger mit Schiebung und Schraube	8	—
7)	das Schiffchen mit Torsionskreis	15	—
8)	ein 4pfündiger Hauptstab mit Kästchen, ein 4pfündiger Hülfsstab und ein 1pfündiger Beruhigungsstab	7	—
9)	ein messingener Torsionsstab mit eingelegtem Magnete	9	—
10)	zwei Spiegelhalter mit Correctionen und Spiegeln	43	—
11)	ein Gewichtshalter und zwei halbe Kilogramme mit Henkeln	7	—
12)	ein Kasten mit Glasdeckel	16	—
13)	3 Mefsstangen von 6 Meter Länge nebst Stativen	4	—

W.

II.

Das in den Beobachtungsterminen anzuwendende Verfahren.

Die sechs jährlich festgesetzten Termine fallen gegen das Ende der Monate Januar, März, Mai, Julius, September, November; sie fangen an am letzten Sonnabend in jedem dieser Monate, Mittags nach Göttinger mittlerer Zeit, und schliefsen am Mittag des folgenden Tages; die bisher jedem Haupttermine hinzugefügten Nebentermine (Abends von 8 – 10 Uhr am Dienstag und Mittwoch der folgenden Woche) werden künftig wegfallen.

In jedem Termine wird, der Regel nach, der Stand der Magnetnadel von fünf zu fünf Minuten bestimmt, so dafs ein Termin 289 Resultate gibt. In Göttingen wird die Uhr vor Anfang jedes Termins genau auf mittlere Zeit gestellt. Da eine nahe Gleichzeitigkeit der einzelnen Bestimmungen an den verschiedenen Beobachtungsorten sehr wünschenswerth ist, so haben die Beobachter an den meisten andern Orten die Gewohnheit, ihre Uhren gleichfalls auf Göttinger mittlere Zeit zu stellen. Wo diefs nicht wohl geschehen kann, ist zu empfehlen, dafs man zu den Beobachtungsmomenten diejenigen vollen Minuten der Uhr wähle, die den Göttinger Beobachtungszeiten am nächsten kommen. Hätte man z. B. vor Anfang des Termins ausgemittelt, dafs die bei der Beobachtung zu gebrauchende Uhr um 13′ 48″ vor Göttinger mittlerer Zeit voraus sei, so würden die Bestimmungen des Standes der Nadel für die Uhrzeiten $0^h 14'$ ..... $0^h 19'$ ..... $0^h 24'$ ..... $0^h 29'$ u. s. f. zu machen sein. *Volle* Minuten zu wählen, ist aber jedenfalls anzurathen, weil man sich so die einzelnen Operationen leichter mechanisch macht.

Unter dem Stand der Magnetnadel, welcher für die einzelnen Zeitmomente bestimmt werden soll, ist hier nicht diejenige Stellung verstanden, welche der aufgehängte Magnetstab

in dem betreffenden Augenblick wirklich eben hat, sondern diejenige, welche er haben würde, wenn er (oder genauer zu reden, seine magnetische Axe) in diesem Augenblick genau im magnetischen Meridian wäre. Diese Distinction war unnöthig, so lange man sich nur solcher Nadeln bediente, die eine sehr grofse Genauigkeit nicht geben konnten: man brauchte nur dafür zu sorgen, dafs die Nadel um die Zeit der Beobachtung in keiner erkennbaren Schwingung begriffen war, und erhielt damit das Gesuchte unmittelbar. Bei den viel gröfsern Forderungen, die man an die Genauigkeit der Bestimmungen durch die jetzt eingeführten Apparate machen kann und machen mufs, kann aber von einer solchen unmittelbaren Bestimmung nicht mehr die Rede sein. Es steht nicht in unsrer Macht, die Nadel des Magnetometers *so* vollkommen zu beruhigen, dafs gar keine erkennbaren Schwingungsbewegungen zurückbleiben; wenigstens kann es nicht mit Sicherheit ohne Zeitaufwand, und nicht auf die Dauer geschehen. Es werden daher an die Stelle der unmittelbaren Beobachtung solche mittelbare Bestimmungen treten müssen, zu denen eine vollkommene Beruhigung unnöthig ist.

Die sich zuerst darbietende Methode besteht darin, dafs man die Nadel absichtlich im schwingenden Zustande beobachtet, zwei auf einander folgende äufserste Stellungen (ein Minimum und ein Maximum) an der Scale aufzeichnet, und zwischen beiden das Mittel nimmt. Dieses an sich unverwerfliche Verfahren erfordert jedoch, wenn die Schwingungen eine beträchtliche Gröfse haben, eine Modification, und ist, wenn die Schwingungen klein sind, nur unter einer einschränkenden Bedingung zulässig. Im ersten Fall nemlich wird selbst von einer Schwingung zur andern die successive Abnahme des Schwingungsbogens nicht unmerklich, daher auch schon die Abweichung vom wirklichen Meridian auf der Maximum-Seite geringer sein, als sie beim vorhergehenden Minimum auf der entgegengesetzten Seite gewesen war, folglich das Mittel aus diesem Minimum und dem folgenden Maximum zu klein werden. Aus derselben Ursache wird das Mittel aus diesem Maximum und dem folgenden Minimum ein zu grofses Resultat geben. Da nun aber die Abnahme des Schwingungsbogens einige Schwingungen hindurch beinahe gleichförmig bleibt, so

kann man das Mittel aus zwei solchen Mitteln als hinlänglich genau, und zwar als geltend für den Augenblick der zweiten Elongation betrachten. Oder, um es durch eine Formel auszudrücken, wenn a, b, c die Ablesungen in drei auf einander folgenden Elongationen sind (gleich viel, ob die erste und dritte Minima sind, und die zweite ein Maximum, oder umgekehrt), so stellt $\frac{1}{4}(a+2b+c)$ den im Augenblick der Elongation b Statt findenden Stand des magnetischen Meridians dar.

Bei kleinen Schwingungen ist dieses Verfahren nur dann zulässig, wenn die Declination keinen in kurzer Zeit merklichen Veränderungen unterworfen ist, und man kann dann schon das Mittel aus zwei auf einander folgenden Elongationen, als für den in der Mitte liegenden Augenblick gültig ansetzen: im entgegengesetzten Fall aber, d. i. zu einer Zeit, wo in der Declination schnell beträchtliche Aenderungen vorgehen, kann dies Verfahren seine Brauchbarkeit gänzlich verlieren.

Immer aber behält die Methode, den Stand des magnetischen Meridians aus beobachteten Elongationen zu bestimmen, die Unbequemlichkeit, daſs die Augenblicke, für welche das erhaltene Resultat gilt, nicht dieselben sind (oder es nur zufällig werden), für welche man den Stand verlangt. Und wenn auch dies in der Mehrzahl der Fälle wenig erheblich sein mag, so verdient doch offenbar ein anderes Verfahren den Vorzug, welches, von jener Inconvenienz frei, Bequemlichkeit, Gleichförmigkeit und alle nur zu wünschende Schärfe in sich vereinigt, und deshalb von sämmtlichen Theilnehmern an den Terminsbeobachtungen befolgt wird.

Dieses Verfahren beruhet auf dem Satze, daſs das Mittel aus zwei Stellungen der Nadel, die zweien genau um eine Schwingungsdauer von einander abstehenden Augenblicken entsprechen, mit derjenigen Lage des magnetischen Meridians übereinstimmt, welche für das Mittel dieser Zeiten Statt fand, in welche Theile der Schwingungsperiode diese Zeiten auch fallen mögen. Dieser Satz würde in mathematischer Schärfe wahr sein, wenn theils keine äuſsere Ursachen (wie der Widerstand der Luft u. dergl.) zur successiven Verkleinerung des Schwingungsbogens wirkten, theils die etwanige Veränderung in der Lage des magnetischen Meridians während jener

kurzen Zwischenzeit nur als *gleichförmig* betrachtet werden dürfte. Der erstere Umstand hat aber gar keinen merklichen Einfluſs, wenn man das Verfahren immer nur auf sehr kleine Schwingungsbewegungen anwendet, und was den zweiten betrifft, so sind die Veränderungen der Declination während einer so kurzen Zwischenzeit in der Regel schon an sich kaum merklich, und um so mehr ist man berechtigt, wenigstens die Gleichförmigkeit der Veränderungen während dieser kurzen Zeit gelten zu lassen *).

Hiermit ist nun die Aufgabe von selbst gelöset. Um den der Declination für die Zeit T entsprechenden Stand der Nadel zu erfahren, braucht man nur, nachdem nöthigenfalls vorher ihre Bewegungen durch angemessene Beruhigungsmittel auf sehr kleine gebracht sind, die wirklichen Stellungen für die Zeiten $T - \frac{1}{2}t$ und $T + \frac{1}{2}t$ zu beobachten, und daraus das Mittel zu nehmen, wo t die Schwingungsdauer bedeutet. Inzwischen, gröſserer Genauigkeit und Sicherheit wegen, beschränkt man sich hierauf nicht, sondern macht noch einige ähnliche Bestimmungen für ein Paar Zeitmomente kurz vor, und eben so viele nach T, immer in gleichen Intervallen, unter welcher Voraussetzung, insofern während dieser Zeit die Aenderung der Declination als gleichförmig betrachtet werden darf, das Mittel aus allen diesen Resultaten das für die Zeit T geltende *Endresultat* sein wird, und zuverlässiger als die einzelne Bestimmung für T selbst.

Die einfachste Art, dies auszuführen, besteht, wenn z. B. das Endresultat auf fünf partiellen Resultaten beruhen soll, darin, daſs man den wirklichen Stand der Nadel für die sechs Zeiten

$$T - \frac{5}{2}t,\ T - \frac{3}{2}t,\ T - \frac{1}{2}t,\ T + \frac{1}{2}t,\ T + \frac{3}{2}t,\ T + \frac{5}{2}t$$

aufzeichnet. Sind die aufgezeichneten Zahlen a, b, c, d, e, f, so wird $\frac{1}{2}(a + b)$ das für die Zeit $T - 2t$ geltende Resultat sein; eben so $\frac{1}{2}(b + c)$, $\frac{1}{2}(c + d)$, $\frac{1}{2}(d + e)$, $\frac{1}{2}(e + f)$ für die

*) Zuweilen (obwohl äuſserst selten), sind uns allerdings Fälle vorgekommen, die eine Ausnahme davon machten, und wo Spuren von Beschleunigung oder Retardation der Aenderung in so kurzen Zwischenzeiten sich doch unverkennbar nachweisen lieſsen. Mit Ausführlichkeit soll dieser Gegenstand in Zukunft abgehandelt werden.

Zeiten $T-t$, T, $T+t$, $T+2t$; und das Mittel aus diesen partiellen Resultaten oder der fünfte Theil ihrer Summen wird als berichtigtes Endresultat für die Zeit T anzunehmen sein.

Als Beispiel möge hier das Detail der Beobachtung in Göttingen am 17ten August 1836. für 15h 30′ stehen. Der Beobachter war Hr. Dr. Wappäus. Für t war angenommen 20″.

15h 29′ 10″	865,2		
30	867,5	866,35	
50	866,3	866,85	
30 10	868,0	867,10	867,16
30	867,3	867,65	
50	868,5	867,90	

Die erste Columne enthält hier die Beobachtungszeiten, die zweite die aufgezeichneten Scalentheile, die dritte das Mittel zwischen je zwei auf einander folgenden Aufzeichnungen, mithin die für 15h 29′ 20″, 15h 29′ 40″, 15h 30′ 0″, 15h 30′ 20″, 15h 30′ 40″ geltenden partiellen Resultate, und daneben das für 15h 30′ 0″ geltende Endresultat. In diesem Beispiele ist die im Laufe der Beobachtungen fortwährend Statt habende Veränderung der Declination offenbar, und wird auch durch die vorhergehenden und folgenden Resultate bestätigt. Es war nemlich das Resultat

für 15h 25′ 0″ 862,82
35 0 872,32

Gewöhnlicher übrigens, als so beträchtliche Aenderungen, ist der während der Zeit, welche ein Beobachtungssatz erfordert, fast stationäre Stand der Declination, und in solchen Fällen dient das kleinere oder gröſsere Hinundherschwanken der partiellen Resultate als ein Maaſsstab für die gröſsere oder geringere Zuverlässigkeit der Beobachtungen selbst, möge sie nun von dem Grad der Geschicklichkeit und Aufmerksamkeit des Beobachters, oder der Güte des Apparats selbst, oder von den mehr oder weniger günstigen äuſsern Umständen abhängen.

Das beschriebene Verfahren ist dasjenige, welches die meisten Theilnehmer an den Terminsbeobachtungen befolgen. Es setzt die Kenntniſs der Schwingungsdauer der Nadel voraus, welche bekanntlich zugleich von der Stärke der Magnetisirung der Nadel und von der Intensität des horizontalen Theils der

erdmagnetischen Kraft abhängig, mithin streng genommen zu verschiedenen Zeiten nicht ganz dieselbe ist. Eine Anleitung zur scharfen Bestimmung der Schwingungsdauer wird in der Folge gegeben werden: für den gegenwärtigen Zweck ist aber eine sehr genaue Kenntnifs nicht nöthig, und man kann daher nicht allein die kleinen Veränderungen, denen sie unterworfen ist, ignoriren, sondern man darf sich sogar verstatten, anstatt des genauen Werths die nächste volle Secunde zu substituiren, um dadurch zu bewirken, dafs die Augenblicke, wo der Beobachter die unter dem Verticalfaden des Fernrohrs erscheinende Stelle des Scalenbildes scharf zu fixiren hat, immer auf volle Secunden fallen. Dies geschieht von selbst, wenn die dem wahren Werth der Schwingungsdauer am nächsten kommende ganze Zahl eine gerade ist. Ist sie aber ungerade, so hat man, um diese Bequemlichkeit nicht zu verlieren, die Wahl unter folgenden drei Mitteln.

I. Man hält sich dennoch an die nächste gerade Zahl, und darf dies um so mehr, je weniger ihr Unterschied von dem wahren Werth eine halbe Einheit übersteigt, je gröfser überhaupt die Schwingungsdauer ist, und je vollkommner man immer die Nadel im beinahe beruhigten Zustande zu erhalten vermag. Die Nadel im magnetischen Observatorium zu Göttingen z. B. hat gegenwärtig eine Schwingungsdauer von 20″64; allein obgleich die Zahl 21 hier die nächste ist, so kann man sich doch bei den hier obwaltenden Umständen, wo der Schwingungsbogen selten ein Paar Scalentheile übersteigt, meistens unbedenklich an die bequemere Zahl 20 halten, da sich leicht darthun läfst, dafs der *daraus* entspringende Fehler in einem partiellen Resultat nicht den zwanzigsten Theil des Schwingungsbogens, und der Fehler des Endresultats nicht den hundertsten Theil übersteigen kann. Dagegen würde einem Beobachter, dessen Nadel die Schwingungsdauer 10″64 hätte, zumal wenn er eine gleich vollkommene Beruhigung nicht in seiner Gewalt hätte, zu empfehlen sein, die Zahl 11 und eine der folgenden Abänderungen zu wählen.

II. Man wählt zwar die ungerade Zahl, nimmt aber die Beobachtungsaugenblicke, die nach obiger Formel auf halbe Secunden fallen würden, entweder alle eine halbe Secunde später, oder alle eine halbe früher, was offenbar weiter keinen

Unterschied macht, als daſs nun auch die sämmtlichen Endresultate nicht für die volle Minute der Uhrzeit, sondern für eine halbe Secunde mehr oder weniger gelten.

III. Wenn man das Endresultat nicht, wie in dem oben entwickelten Verfahren, auf eine ungerade, sondern auf eine gerade Anzahl partieller Resultate gründet, so fallen die Beobachtungszeiten von selbst auf volle Secunden, die anstatt der wahren Schwingungsdauer angenommene nächste ganze Zahl möge gerade oder ungerade sein. Soll z. B. das Endresultat von sechs partiellen abhängen, so sind die Beobachtungszeiten

$$T-3t,\; T-2t,\; T-t,\; T,\; T+t,\; T+2t,\; T+3t.$$

Dieses Verfahren, wobei der Einfluſs des von der Schwingungsdauer weggelassenen Bruchs im Endresultat noch vollkommner eliminirt wird, als in dem vorhin beschriebenen, ist vorzüglich solchen Beobachtern zu empfehlen, die kleinere Apparate oder Nadeln von vergleichungsweise kurzer Schwingungsdauer gebrauchen.

Es mag noch bemerkt werden, daſs, da durch Auflegung eines kleinen Gewichts die Schwingungsdauer der Nadel vergröſsert wird, man durch eine schickliche Wahl des Gewichts und der Auflegungsstelle im Stande ist, die Schwingungsdauer äuſserst nahe auf eine ganze Zahl von Secunden zu bringen. Dieser Ausweg ist wohl von einigen Beobachtern gewählt, die nicht genug in ihrer Gewalt hatten, etwas gröſsere Schwingungsbewegungen von ihrer Nadel abzuwehren. Immer aber bleibt dieſs ein sehr ungenügender Nothbehelf; denn wenn auch unter solchen Umständen das obige Theorem als ganz scharf gilt, so werden doch die Resultate immer einen viel geringern Grad von Genauigkeit haben, weil es unmöglich ist, wenn die Nadel in einer stark augenfälligen Bewegung begriffen ist, den einem bestimmten Secundenschlage entsprechenden Scalentheil, und dessen Bruchtheil, mit derselben Schärfe zu fixiren, als wenn die Langsamkeit der Bewegung eine Veränderung in einer Secunde kaum bemerken läſst. Die Nadel immer gehörig beruhigt zu halten ist daher eine Vorschrift, deren Wichtigkeit nicht genug eingeschärft werden kann.

Gerade dieser Ursache wegen ist es wichtig, daſs immer zwischen zwei auf einander folgenden Beobachtuugssätzen,

nöthigenfalls gehörige Zeit zu einer Beruhigung bleibe. Bei der Nadel des Göttinger magnetischen Observatoriums ist diese Zwischenzeit, unter Anwendung der ersten Methode 3′ 20″, bei Anwendung der zweiten würde sie 2′ 54″ sein: in beiden Fällen für Geübte zu obigem Zweck hinreichend. Gewöhnlich benutzen die Beobachter die Zwischenzeit (da das Bedürfniſs, zu beruhigen, äuſserst selten eintritt), dazu, eine Reinschrift der Beobachtung zu machen, und das Endresultat zu berechnen. Wo hingegen die Nadel eine viel längere Schwingungsdauer hat, und mithin jene Zwischenzeit zwischen zwei Beobachtungssätzen viel kürzer ausfällt, wird eine diesen Uebelstand beseitigende Abänderung der obigen Methoden vorzuziehen sein.

Die Abänderung besteht darin, daſs man die einzelnen Beobachtungszeiten nicht um eine Schwingungsdauer, sondern um einen aliquoten Theil derselben (die Hälfte, oder den dritten Theil) von einander abstehen läſst. Auſser dem Vortheile, die Aufzeichnungen zu jedem Satz in kürzerer Zeit abzuthun, und also gröſsere Zwischenzeit zwischen zwei Sätzen zu gewinnen, entgeht man dabei auch der Unannehmlichkeit des erstern Verfahrens, den gröſsern Theil der Zwischenzeit zwischen zwei Aufzeichnungen unbeschäftigt zu sein. Geübtere Beobachter wenden daher gern das abgeänderte Verfahren selbst da an, wo die Schwingungsdauer nicht eben sehr lang ist. Bei der hiesigen Anstalt machen mehrere Beobachter ihre Aufzeichnungen in Zwischenzeiten von 10″ (als Hälfte von 20″), ja selbst von 7″ (als dritten Theil von 21″). Einge Beispiele werden das weiter dabei zu Bemerkende am besten erläutern.

Beobachtung am 17. *August* 1836. *für* 10ʰ 20′ *durch Herrn Prof. Ulrich.*

Zeit			Aufzeichnung	Partielle Resultate	Mittel
10ʰ	19′	30″	869,9		
		40	871,3	870,80	
		50	871,7	871,05	
	20	0	870,8	871,35	871,35
		10	871,0	871,60	
		20	872,4	871,95	
		30	872,9		

Die zweite Columne enthält die einzelnen Aufzeichnungen, die dritte die partiellen Resultate, und zwar ist 870,80 das Mittel der ersten und dritten Aufzeichnung und gilt also für

$10^{h}\,19'\,40''$ u. s. f. Man sieht in diesem aus einer Zeit schneller Veränderung der Declination gewählten Beispiele mit Vergnügen, wie ein geübter Beobachter die Veränderungen in 10 Secunden mit Sicherheit erkennen kann.

Beobachtung am 25. März 1837. für $0^{h}\,5'$ *durch Herrn Dr. Goldschmidt.*

$0^{h}\,4'\,32''$	847,3		
39	847,2	848,00	
46	847,8	848,05	
53	848,7	847,95	
5 0	848,9	847,85	847,91
7	848,1	847,90	
14	847,0	847,70	
21	846,9		
28	847,3		

Das erste partielle Resultat entspringt hier aus der Combination der ersten und vierten Aufzeichnung, das zweite aus der zweiten und fünften u. s. w.

In diesen Beispielen war das Submultiplum der zum Grunde gelegten genäherten Schwingungsdauer eine ganze Zahl; wo dies nicht der Fall ist, mufs man die Schwingungsdauer in ungleiche Theile zerlegen, was aber keinen Nachtheil hat, wenn man nur die Einrichtung so macht, dafs den zu combinirenden Aufzeichnungen immer *derselbe* genäherte Werth der Schwingungsdauer als Zwischenzeit entspreche, und, falls man es der Mühe werth hält, im Protokollsauszuge die Zeit, welcher das Endresulsat entspricht, mit ihrem Bruchtheile bemerkt. So werden z. B. die Beobachtungen mit dem 25pfündigen Stabe in der Sternwarte, dessen Schwingungsdauer jetzt 43″14 ist, wenn man den dafür zu setzenden genäherten Werth 43″ in vier Theile abtheilen, und das Endresultat auf fünf partielle Resultate gründen will, nach folgendem Schema angestellt:

$0^{h}\,4'\,17''$		
28		
39	$0^{h}\,4'\,38''5$	
49	49,5	
5 0	5 0,5	$0^{h}\,5'\,0''1$
11	10,5	
22	21,5	
32		
43		

Hier enthält die erste Columne die Aufzeichnungszeiten, die zweite die Zeiten, für welche die partiellen Resultate eigentlich gelten, und wo natürlich ganz gleichgültig ist, daſs das Endresultat genau genommen auf 0h 5′ 0″ 1 fällt. Soll das Endresultat auf sechs partielle Resultate gegründet sein, so wird folgendes Schema befolgt:

0h 4′ 12″		
22		
33	0h 4′ 33″5	
44	43,5	
55	54,5	0h 5′ 0″
5 5	5 5,5	
16	16,5	
27	26,5	
38		
48		

Am klarsten tritt der Vortheil der abgeänderten Beobachtungsart hervor, wenn der Gang der magnetischen Declination in engern Zwischenzeiten als von fünf zu fünf Minuten verfolgt werden soll. Diese Zwischenzeiten, ausreichend bei dem gewöhnlichern Hergange der Declinationsveränderungen, sind in der That noch zu groſs, um den stärkern und schneller wechselnden Aenderungen ganz ihr Recht wiederfahren zu lassen, und gerade diese Rücksicht hatte, weil engere Intervalle nicht wohl zur allgemeinen und durchgängigen Regel für die vierundzwanzigstündigen Termine gemacht werden konnten, die Festsetzung der Nebentermine veranlaſst, in welchen jedesmahl zwei Stunden von drei zu drei Minuten beobachtet werden sollte. Da indessen die Abhaltung dieser Nebentermine an manchen Orten Schwierigkeiten gefunden, und es sich auch so gefügt hat, daſs bisher nur in wenigen beträchtliche Bewegungen vorgekommen sind, so ist beschlossen, sie von jetzt an fallen zu lassen, zumahl da derselbe wichtige Zweck auch auf andere Art, und selbst noch besser sich wird erreichen lassen. Die Zwischenzeiten von fünf zu fünf Minuten bleiben nach wie vor die Regel; so oft aber das Vorhandensein schneller Declinationsänderung bemerkt wird, werden die Sätze, so lange es als nöthig erscheint, von $2\frac{1}{2}$ zu $2\frac{1}{2}$ Minuten ausgeführt. Nach dem, was oben entwickelt ist, wird, anstatt aller weitern Erläuterung, genü-

gen, wenn dem obigen Beispiele vom 17. August S. 41 noch die unmittelbar darauf folgende Beobachtung beigefügt wird.

$10^h\,22'\,0''$	875,0		
10	874,8	875,50	
20	876,0	875,95	
30	877,1	876,40	876,27 für $10^h\,22'\,30''$
40	876,8	876,60	
50	876,1	876,90	
23 0	877,1		

Die sämmtlichen auswärtigen Theilnehmer werden aufgefordert, es in vorkommenden Fällen auf dieselbe Weise zu halten: es läſst sich nicht zweifeln, daſs dann immer für alle gröſsern Bewegungen eine Menge im engen Detail correspondirender Beobachtungen zusammenkommen, und über die Verhältnisse dieser merkwürdigen Erscheinungen interessante Aufschlüsse geben werden.

Für den Fall, wo man sich beim Beobachten nicht einer Secundenpendeluhr, sondern einer Uhr bedient, die andere Zeittheile schlägt, wird eine besondere Anweisung nicht nöthig sein. Man zählt dann, anstatt der Secunden, die Uhrschläge, und ordnet das Geschäft auf ganz analoge Weise so an, daſs alle Beobachtungen auf bestimmte Schläge gemacht werden. Es wird aber eine etwas gröſsere Aufmerksamkeit erfordert, die Schläge eines Chronometers immer richtig zu zählen, als die Schläge einer Pendeluhr, zumahl wenn bei jenem der Zeiger einige Excentricität hat, und deswegen nicht an allen Stellen des Zifferblatts, wo er sollte, genau auf die Secundenstriche springt.

Einige allgemeine Vorsichtsmaaſsregeln, obwohl zum Theil scheinbare Geringfügigkeiten betreffend, verdienen noch hier erwähnt zu werden, da mancher angehende Beobachter, ohne im voraus aufmerksam darauf gemacht zu sein, sie anfangs leicht übersehen könnte.

Das allererste Erforderniſs ist, daſs die Nadel völlig frei schwingen könne. Solche Hindernisse der freien Bewegung, die sogleich offenbar ins Auge fallen, wird natürlich jeder Beobachter von selbst wegzuräumen wissen: es giebt aber auch andere, dem Auge sich fast entziehende, die gleichwohl die Beobachtungen ganz verderben können.

In der wärmern Jahrszeit findet sich zuweilen wohl eine Spinne im Kasten ein (am leichtesten, wenn die Seitenöffnung vor dem Spiegel stets offen bleibt), knüpft ein Gewebe oder einen einzelnen Faden zwischen dem Magnetstabe oder dessen Zubehör, und dem Kasten, und hemmt dadurch die freie Bewegung des Magnetstabes. Man thut daher wohl, sich kurz vor jedem Termin erst zu überzeugen, dafs der Kasten innen rein ist. Ist der Deckel des Kastens verglaset, so erkennt man die Gegenwart gröfserer Insecten oder Gewebe schon von aufsen; allein man unterlasse nicht, den Deckel abzuheben und genauer nachzusehen; ja man beruhige sich nicht dabei, wenn man gar keinen Faden sieht, denn in der That reicht, wie öftere Erfahrungen bewiesen haben, auch der allerfeinste dem blofsen Auge unsichtbare oder nur unter ganz besonderer Beleuchtung erkennbare Faden schon hin, die freie Bewegung zu hemmen, und die Beobachtungen zu verderben. Um sich gegen solchen, weil unsichtbar gefährlichsten, Feind zu sichern, umfahre man den Magnetstab mit dem Finger, einem Stäbchen oder dergl. auf allen Seiten, rechts, links, vorne, hinten, oben und unten, wodurch ein solcher Faden, wenn einer da war, zerrissen wird. Fast eben so sicher erreicht man dieselbe Wirkung dadurch, dafs man den Stab in sehr grofse Schwingungen versetzt. Es verdient noch bemerkt zu werden, dafs solche und ähnliche Hindernisse der freien Bewegung allemahl mit einer Verminderung der Schwingungsdauer der Nadel verbunden sind, und zwar bewirken selbst äufserst zarte Spinnefäden schon eine sehr bedeutende Verminderung der Schwingungsdauer, wovon unten ein merkwürdiges Beispiel vorkommen wird.

Für die nächtlichen Beobachtungen ist es nothwendig, die Scale zu erleuchten, was in Göttingen in den Terminsbeobachtungen durch zwei Argandsche Lampen geschieht. Ueber der Lichtflamme findet immer ein Aufströmen erwärmter Luft Statt, und wenn dabei eine der Lampen nahe eben unter dem Fernrohr steht, so hat solche Luftströmung vor dem Objectiv auf die Deutlichkeit des Sehens einen nachtheiligen Einflufs; die Theilstriche der Scale erscheinen zitternd oder wallend. Dieser Uebelstand trat in Göttingen bei den ersten Beobachtungen öfters ein, hat aber vollkommen aufgehört,

seitdem jede Lampe mit einem seitwärts gebogenen Schorstein aus Kupferblech versehen ist.

Da in die Arbeit zu den Terminsbeobachtungen sich immer eine gröſsere oder kleinere Zahl von Personen theilen muſs, so wird gewöhnlich eine beträchtliche Ungleichheit der Sehweite bei denselben Statt finden: das volkommen deutliche Sehen ist aber ein durchaus wesentliches Erforderniſs für gute Beobachtungen. Wird ein Weitsichtiger, für dessen Auge das Fernrohr zum vollkommen deutlichen Sehen gestellt war, von einem Kurzsichtigen abgelöset, so würde dieser ohne eine Veränderung am Fernrohr gar keine brauchbaren Beobachtungen anstellen können. Die Zuziehung eines Hohlglases würde unbequem und auch wegen des bedeutenden Lichtverlustes nicht anzurathen sein. Das bloſse Einschieben der Ocularröhre reicht nicht hin, weil, wenn gleich dadurch das Scalenbild zur Deutlichkeit gebracht wird, doch das Fadenkreuz undeutlich bleiben und gegen das Bild des Gegenstandes eine Parallaxe erhalten würde. Es müſste daher (bei der Einrichtung, die die zu solchen Beobachtungen angewandten Fernröhre zu haben pflegen) zugleich die das Fadenkreuz tragende innere Hülse in der Ocularröhre verschoben und dem Ocularglase näher gebracht werden, was aber eine geübte Hand erfordert, Zeitaufwand veranlaſst, und auch aus andern Gründen für den vorliegenden Fall nicht zu empfehlen ist. Man kann aber dem Bedürfniſs auf eine sehr einfache Art abhelfen, wenn man sich folgendes Verfahren zur Regel macht. Die Ocularröhre im Fernrohr und das Fadenkreuz in derselben ist vor Anfang der Beobachtungen so gestellt, daſs der Kurzsichtigste unter den Beobachtern Fadenkreuz und Scalenbild zugleich vollkommen deutlich sieht: so oft ein weitsichtigerer Beobachter an die Reihe kommt, hat derselbe, ohne die Ocularröhre oder das Fadenkreuz in derselben zu verrücken, nur das dem Auge nächste Glas so weit zurückzuschrauben, daſs er das Fadenkreuz vollkommen scharf sieht, womit denn ein völlig deutliches Sehen des Scalenbildes schon von selbst verbunden ist. Ein später eintretender Kurzsichtiger hat dann nur dieses Glas so viel sein Auge erfordert wieder hineinzuschrauben.

Zur Prüfung des unverrückten Standes des Fernrohrs dient

eine Marke, die in solcher Entfernung angebracht ist, dafs sie bei der zum deutlichen Sehen des Scalenbildes erforderlichen Ocularstellung gleichfalls deutlich erscheint, und im Göttinger magnetischen Observatorium blofs in einem feinen verticalen Strich an der nördlichen Wand besteht *).

Vor Anfang der Beobachtungen hat man das Fernrohr nach der Marke zu richten, nachher von Zeit zu Zeit die Prüfung zu wiederholen, und sobald sich eine Abweichung zeigt, die optische Axe des Fernrohrs wieder in die vorige Verticalebene zurückzubringen. Hat man neben der Marke auf beiden Seiten noch eine Eintheilung angebracht, so erkennt man dadurch zugleich die Gröfse der nöthig gewordenen Correction, wobei jedoch erinnert werden mag, dafs jene Theile, wenn sie auch wie die Scalentheile Millimeter sind, genau genommen nicht ganz denselben Werth in Secunden haben werden, wie die letztern. In Ermangelung jener Hülfsabtheilung kann man sich jedoch schon begnügen, die Gröfse

---

*) In Beziehung auf diese Einrichtung mag hier noch einiges bemerkt werden. Das Vorhandensein einer Marke zu der erwähnten Prüfung mufs als ein unerläfsliches Erfordernifs für die Zuverlässigkeit der Beobachtungen betrachtet, und also bei der Errichtung eines neuen Gebäudes nothwendig gehörig Bedacht darauf genommen werden. Vor Erbauung des hiesigen magnetischen Observatoriums war auch in Erwägung gekommen, ob es nicht besser sei, diese Marke auf einem eignen besonders fundirten Postament im Innern des Saals anzubringen, als an der von aufsen der Witterung ausgesetzten Wand. Man entschied sich für das letztere, da man sonst entweder die Entfernung des Beobachters von der Nadel hätte verringern, oder den Vortheil, Marke und Scale bei einerlei Ocularstellung deutlich zu sehen, aufgeben, oder dem Saale eine noch gröfsere Länge geben müssen, was auf dem bestimmten Platze nicht einmahl thunlich gewesen wäre. Ein künstliches Surrogat anstatt einer Marke anzubringen wurde aus mehrern Gründen für verwerflich gehalten. Auch hielt man die Besorgnifs, dafs der absolute Ort der Marke, wegen Einflusses der Witterung auf die Wand, einer merklichen Aenderung unterworfen sein könne, bei einer soliden Ausführung des Baues und bei der sehr geringen Höhe der Marke über der Grundmauer für wenig erheblich, zumal da man in seiner Gewalt hat, so oft man will die Winkelmessung zwischen der Marke uud dem durch das nördliche Fenster sichtbaren Kirchthurme zu wiederholen. Für die Richtigkeit dieser Ansicht spricht jetzt eine dreijährige Erfahrung.

der gefundenen Abweichung in Scalentheilen, bloſs wie diese erscheinen, nach dem Augenmaaſs zu schätzen.

Die Beobachtungen werden am verticalen Faden des Fadenkreuzes gemacht, während der horizontale bloſs dient, ungefähr die Mitte des erstern zu bezeichnen. Damit es keinen Unterschied mache, ob man die Theile der Scale etwas höher oder tiefer im Gesichtsfelde erscheinen lasse, muſs das Fadenkreuz eine solche Stellung haben, daſs ein festes auf der Kreuzung der Fäden sich abbildendes Object genau auf dem Verticalfaden bleibe, wenn man das Fernrohr etwas auf und nieder bewegt. Auch zu dieser Berichtigung, die übrigens selten wiederholt zu werden braucht, wenn man die Stellung der Ocularröhre unverändert läſst, dient die Marke.

Der von der Mitte des Objectivs herabhängende Lothfaden ist der Scale so nahe, daſs das Bild von beiden im Fernrohr mit gleicher Deutlichkeit erscheint, und man also den Theilstrich, welchen jener Faden deckt, sehr scharf beobachten kann. Man bringt die Scale so an, daſs jener Punkt der Scale ihre Mitte, oder ein willkührlich dafür angenommener Theilstrich ist. Die Prüfung des unverrückten Standes der Scale ist im Laufe der Beobachtungen von Zeit zu Zeit zu wiederholen; es ist jedoch nicht nöthig, wenn man eine kleine Aenderung findet, die Scale wieder in die vorige Stellung zu bringen, sondern es reicht hin, den den Lothfaden entsprechenden Theilungspunkt im Protokoll zu bemerken.

Hierbei ist es jedoch vielleicht nicht überflüssig, auf ein Paar Kleinigkeiten besonders aufmerksam zu machen.

Es wird zwar vorausgesetzt, daſs Magnetometer und Fernrohr so aufgestellt sind, daſs der mittlere Stand der magnetischen Declination ungefähr der Mitte der Scale entspricht. Allein zur Zeit beträchtlicher Variationen kommt nicht selten diese Mitte ganz aus dem Gesichtsfelde, und man kann so obige Prüfung nicht vernehmen. Hat man zu solcher Zeit Veranlassung zu jener Prüfung, so muſs man den Beruhigungsmagnet einen seinem gewöhnlichen Gebrauch gerade entgegengesetzten Dienst leisten lassen, nemlich die Nadel des Magnetometers in solche Schwingungen versetzen, die bis zu der

gesuchten Stelle oder ein wenig darüber hinausgehen, wodurch man also Gelegenheit erhält, den Lothfaden in der Mitte des Gesichtsfeldes zu sehen, und zwar in einer solchen Zeit einer Schwingungsperiode, wo die Geschwindigkeit der Bewegung gering, also das scharfe Auffassen des entsprechenden Theilungspunkts nicht gehindert ist. Da man, wenn dergleichen im Laufe der Beobachtungen vorfällt, sogleich wieder zur Beruhigung schreiten mufs, um wo möglich den folgenden Beobachtungssatz nicht zu verlieren, so erhellet, wie nützlich es ist, mit dem Gebrauch des Beruhigungsmagnets recht vertraut zu sein.

Im umgekehrten Fall, nemlich so oft die Declination in die Nähe der Mitte der Scale trifft, ist für Ungeübte eine andere Warnung nöthig, nemlich den Lothfaden nicht mit dem Verticalfaden des Fernrohrs zu verwechseln. Am hiesigen Apparat erscheinen in der That beide einander so sehr gleich, dafs bei sehr ruhigem Stande der Nadel ohne ein Paar an letzterem Faden haftende Stäubchen eine Verwechslung wohl möglich wäre, und an einem andern Orte ist wirklich früher einmal der Fall vorgekommen, dafs ein Beobachter eine halbe Stunde hindurch die Nadel völlig stationär fand, während er immer den unrechten Faden beobachtet hatte. Da bei einer sehr grofsen Annäherung beider Fäden das Beobachten immer ein wenig erschwert wird, so thut man wohl, in einem solchen Falle den Lothfaden eine Zeitlang zu beseitigen.

Was die Form der Mittheilung betrifft, so pflegen einige die Beobachtungen ganz *in extenso*, andere die partiellen und die Endresultate, und mehrere blofs die letztern einzusenden. In der Voraussetzung, dafs vorher die Rechnungen durchgesehen und die mitgetheilten Zahlen collationirt sind, kann dieser Auszug auch genügen: indessen werden die Beobachtungen selbst, um erforderlichen Falls darauf recurriren zu können, aufbewahrt werden müssen. Für die Zeiten, wo ungewöhnlich starke Bewegungen vorkommen, bleibt jedoch die sofortige vollständige Mittheilung wünschenswerth. Aufser den Beobachtungszahlen sind die sonstigen damit in Verbindung stehenden Umstände, der Werth der Scalentheile (oder die Messungen, auf denen die Bestimmung beruhet), die

Schwingungsdauer, Stand und Gang der Uhr, Namen der Beobachter, Erläuterungen zu solchen Beobachtungen, die etwa als zweifelhaft bezeichnet werden u. dergl. beizufügen. Daſs endlich immer eine *baldige* Einsendung gewünscht werden muſs, bedarf keiner Erinnerung.

G.

III.

Auszug aus dreijährigen täglichen Beobachtungen der magnetischen Declination zu Göttingen.

Bei dem unaufhörlichen Wechsel kleinerer und gröſserer Schwankungen in der magnetischen Declination, die wir unregelmäſsige nennen, insofern ihr Vorkommen an keine Zeitregel gebunden ist, gibt es zum Ausscheiden des Regelmäſsigen keinen andern Weg, als eine groſse Menge von Beobachtungen nach einem bestimmten Plane anzustellen, mit beharrlicher Consequenz eine lange Zeit fortzusetzen, und in schicklichen Combinationen Mittelwerthe abzuleiten, aus welchen der Einfluſs der das Einzelne stets treffenden Anomalien, so viel zu erreichen möglich ist, verschwindet. Während der Vormittagsstunden nimmt in unsern Gegenden die Declination gewöhnlich zu, aber einen Tag viel, einen andern wenig, ja zuweilen (wenn auch selten) beobachtet man in der Stunde, wo gewöhnlich die Declination am gröſsten ist, eine kleinere, als in den Frühstunden desselben Tages. Die Ursache der vormittägigen Zunahme mag immerhin an jedem Tage wirksam sein: aber die Wirkung wird durch andere regellos dazwischen kommende Kräfte zuweilen vergröſsert, zuweilen vermindert, zuweilen ganz verdunkelt. Wie viel also eigentlich die regelmäſsige Ursache wirkt, wie sie in den verschiedenen Jahreszeiten ungleich wirkt, läſst sich nicht aus einzelnen oder wenigen Tagen, sondern nur durch Mittelwerthe aus sehr vielen Tagen erkennen. Auf ähnliche Weise verhält es sich mit den allmählich, aber wenigstens auf sehr lange Zeit in einerlei Sinn fortschrei-

tenden Aenderungen, die wir säculare nennen, weil ihre Anhäufung auf viele Grade eine lange Reihe von Jahren erfordert. Einzelne Beobachtungen, die nur einige wenige Jahre von einander entfernt sind, mögen sie immerhin an einerlei Monatstag und zu gleicher Stunde angestellt sein, können uns darüber noch gar keine sichere Belehrung geben: aber consequent gewonnene Mittelzahlen lassen uns das schon nach wenigen Jahren anticipiren, was sonst mit einiger Annäherung erst nach mehrern Jahrzehenden festgestellt werden könnte.

Von diesem Gesichtspunkt ausgehend habe ich unter die im hiesigen magnetischen Observatorium anzustellenden Beobachtungen gleich vom Anfange an die tägliche Bestimmung der absoluten Declination, immer zu denselben Stunden, mit aufgenommen. Um jedoch leichter auf die Thunlichkeit einer langen und ununterbrochenen Fortsetzung rechnen zu können, wodurch Arbeiten dieser Art erst ihren Werth erhalten, habe ich lieber zuerst einen beschränkten Plan wählen, als auf einmahl zu viel umfassen wollen. Deshalb werden täglich nur zwei Bestimmungen gemacht, Vormittags um 8 Uhr, und Nachmittags um 1 Uhr nach mittlerer Zeit. Diese mit andern Obliegenheiten am leichtesten vereinbare Stundenwahl empfahl sich auch dadurch, dafs bei einem regelmäfsigen Verlauf der magnetischen Bewegungen der Stand der Nadel um 1 Uhr Nachmittags immer wenig von dem Maximum der Declination, so wie um 8 Uhr Vormittags in dem gröfsern Theile des Jahres wenig von dem Minimum entfernt ist. Das Beobachten zu bestimmten Stunden *wahrer* Sonnenzeit wäre allerdings an sich noch etwas mehr naturgemäfs gewesen, allein die Rücksicht auf die viel gröfsere Bequemlichkeit einer Anordnung nach mittlerer Zeit mufste hier, wo es hauptsächlich nur auf eine consequente Durchführung nach einerlei Princip ankam, überwiegen.

Diese regelmäfsigen Aufzeichnungen haben mit dem ersten Januar 1834 den Anfang genommen: indessen sind die ersten drittehalb Monate von dem folgenden Auszuge ausgeschlossen, weil während dieser Zeit öfters nöthig gewordene Aufwindungen des Aufhängungsfadens Veränderungen des Nullpunkts der Torsion hervorgebracht hatten, die anfangs nicht genug beachtet wurden. Vom 17. März an ist ein stärkerer (zwei-

hundertfacher) Aufhängungsfaden gebraucht, nachdem dessen Torsions-Nullpunkt vorher genau berichtigt war; so oft später eine Veränderung mit diesem Faden oder in Beziehung auf einen andern mit den Reductionselementen zusammenhängenden Umstand vorgenommen ist, hat man jedesmahl die nöthigen Berichtigungen oder die Modificationen der Reductionselemente angebracht. Während der ersten Monate haben verschiedene hinlänglich geübte Beobachter sich mit mir in die Beobachtungen getheilt; vom 1. October 1834 an aber sind sie regelmäſsig durch Hrn. Doctor Goldschmidt angestellt, der nur in Behinderungsfällen durch andere geschickte Beobachter vertreten ist.

Die monatlichen Mittel aus diesen Bestimmungen bis Januar 1835 habe ich bereits in den Göttingischen gelehrten Anzeigen 1834 S. 1269 und 1835 S. 345 mitgetheilt: hier folgen nunmehro dieselben für drei vollständige Jahrgänge.

Mittelwerth der westlichen magnetischen Declination zu Göttingen.

	8 Uhr Vorm.	*1 Uhr Nachm.*
1834 März zweite Hälfte	18° 38′ 16″0	18° 46′ 40″4
April	36 6,9	47 3,8
Mai	36 28,2	47 15,4
Junius	37 40,7	47 59,5
Julius	37 57,5	48 19,0
August	38 48,1	49 11,0
September	36 58,4	46 32,3
October	37 18,4	44 47,2
November	37 38,4	43 4,3
December	37 54,8	41 32,7
1835 Januar	37 51,5	42 14,4
Februar	37 3,5	42 29,4
März	34 47,5	44 55,2
April	32 57,7	46 31,6
Mai	32 13,4	45 17,1
Junius	32 56,4	44 41,3
Julius	34 8,0	44 42,8
August	34 12,4	46 56,8
September	33 21,2	44 27,6
October	33 23,0	43 5,3
November	36 15,3	43 49,5
December	35 25,9	40 19,1

		8 *Uhr Vorm.*	1 *Uhr Nachm.*
1836	Januar	18° 35′ 2″4	18° 40′ 34″6
	Februar	33 26,7	41 15,2
	März	31 1,4	43 16,4
	April	26 32,9	43 42,6
	Mai	28 0,8	44 37,2
	Junius	27 35,1	42 52,4
	Julius	26 54,2	42 26,0
	August	25 42,4	41 45,0
	September	26 14,6	40 59,6
	October	27 34,0	40 32,8
	November	29 21,0	36 54,3
	December	29 13,7	35 46,8
1837	Januar	27 35,3	37 46,2
	Februar	27 35,6	36 28,3
	März	25 44,2	39 4,2

Es mögen nun einige Combinationen dieser Beobachtungen hier Platz finden.

Der Unterschied der Vormittags- und Nachmittags-Declination hat in den Mittelzahlen durchgängig einerlei Zeichen; die Abhängigkeit der Gröſse dieses Unterschiedes von der Jahrszeit erkennt man in folgender Uebersicht:

	1834. 1835	1835. 1836	1836. 1837	Mittel
April	10′ 56″9	13′ 33″9	17′ 9″7	13′ 53″5
Mai	10 47,2	13 3,7	16 36,4	13 29,1
Junius	10 18,8	11 44,9	15 17,3	12 27,0
Julius	10 21,5	10 34,8	15 31,8	12 9,4
August	10 22,9	12 44,4	16 2,6	13 3,3
September	9 33,9	11 6,4	14 45,0	11 48,4
October	7 28,8	9 42,3	12 58,8	10 3,3
November	5 25,9	7 34,2	7 33,3	6 51,1
December	3 37,9	4 53,2	6 33,1	5 1,4
Januar	4 22,9	5 32,2	10 10,9	6 42,0
Februar	5 25,9	7 48,5	8 52,7	7 22,4
März	10 7,7	12 15,0	13 20,0	11 54,2
Mittel	8′ 14″2	10 2,8	12 54,3	10 23,8

Man sieht, daſs nicht bloſs in den Mittelwerthen, sondern auch in jedem einzelnen Jahre der Unterschied im December am kleinsten gewesen ist, und findet dieſs auch sehr natürlich, da die nach den Tageszeiten wechselnden Aenderungen noth-

wendig einer Einwirkung der Sonne zugeschrieben werden müssen, wenn wir auch für jetzt noch nicht wissen, *wie* diese Einwirkung geschieht. Dafs dagegen die in den Sommermonaten ungleich gröfsern Unterschiede nicht um die Zeit des Solstitium am gröfsten, sondern im Junius und Julius kleiner waren, als im April, Mai und August, kann anfangs auffallend scheinen, zumal da die Uebereinstimmung aller drei einzelnen Jahre in diesem Umstande eine Präsumtion gibt, dafs diefs nicht zufällig ist. Indessen darf dabei nicht übersehen werden, dafs in den dem Solstitium nächsten Monaten die Zeit des Minimum der Declination schon auf eine frühere Stunde trifft, und daher die ganze Zunahme merklich gröfser sein würde, als die Bewegung von 8 Uhr an gerechnet.

Es ist ferner auffallend, dafs der Unterschied im zweiten Jahre in allen einzelnen Monaten gröfser gewesen ist, als im ersten, und im dritten wieder gröfser als im zweiten. Aber die Unterschiede sind viel zu grofs, als dafs man hierin etwas auf eine Säcularzunahme hinauslaufendes suchen dürfte, und es steht vielmehr zu erwarten, dafs bei der Fortsetzung der Beobachtungen durch mehrere Jahre ein Hinundherschwanken nicht ausbleiben werde. Aber jedenfalls lernen wir daraus, dafs auch bei dem Einwirken der Sonne auf den Erdmagnetismus ein Jahr vor dem andern ausgezeichnet sein kann, etwa eben so, wie ein ganzer Sommer oder ein ganzer Winter von andern durch die Witterungsbeschaffenheit bedeutend verschieden ist. Eben deshalb aber wird man zu einer genauen Bestimmung der Mittelwerthe erst durch mehrjährige Beobachtungen gelangen können.

Dafs ausnahmsweise an einzelnen Tagen der Unterschied der vormittägigen und nachmittägigen Declination das entgegengesetzte Zeichen haben kann, ist schon oben bemerkt. Die Seltenheit solcher Ausnahmen erhellet daraus, dafs während der dreijährigen Beobachtungen nur vierzehn Fälle der Art vorgekommen sind, mithin durchschnittlich unter 79 Tagen einer. Ich setze sie hier her, nebst der Angabe, wie viel jedesmahl die Declination 8 Uhr Morgens gröfser gewesen ist, als 1 Uhr Nachmittags.

1834	Aug. 15	6′ 8″0	1835	Nov. 8	3′ 42″2
	Dec. 24	3 43,0		Dec. 8	18 35,6
	Dec. 25	0 38,2	1836	Jan. 20	0 46,3
	Dec. 26	2 20,3		Jul. 20	5 8,8
1835	Jan. 30	0 23,8		Nov. 9	11 9,5
	Febr. 7	0 32,5	1837	Febr. 13	4 1,0
	Oct. 4	0 43,1		März 14	1 22,6

Daſs von diesen vierzehn Ausnahmen zwölf auf die Wintermonate und nur zwei auf die Sommermonate fallen, ist ganz in der Ordnung, da die geringe regelmäſsige Sonnenwirkung in den erstern leichter durch eine anomalische Bewegung überragt werden kann, als die viel gröſsere in den letztern.

Um zu versuchen, in wie fern sich aus den vorliegenden Beobachtungen die Säcularänderung schon erkennen lasse, sind die monatlichen Mittel des ersten Jahrs mit den entsprechenden des zweiten, und eben so die des zweiten mit denen des dritten verglichen. Unter den 48 auf diese Art hervorgehenden Vergleichungen (denn der unvollständige März 1834 ist von dieser wie von den übrigen Combinationen ausgeschlossen) geben 47 eine Abnahme, und nur eine eine Zunahme, welche deshalb in folgender Uebersicht mit dem Minuszeichen bezeichnet ist.

Jährliche Abnahme der Declination.

	Erstes Jahr		Zweites Jahr		
	8u Vorm.	1u Nachm.	8u Vorm.	1u Nachm.	Mittel
April	3′ 9″2	0 32,2	6′ 24″8	2′ 49″0	3′ 13″8
Mai	4 14,8	1 58,3	4 12,6	0 39,9	2 46,4
Junius	4 44,3	3 18,2	5 21,3	1 48,9	3 48,1
Julius	3 49,5	3 36,2	7 13,8	2 16,8	4 14,1
August	4 35,7	2 14,2	8 30,0	5 11,8	5 7,9
September	3 37,2	2 4,7	7 6,6	3 28,0	4 4,1
October	3 55,4	1 41,9	5 49,0	2 32,5	3 29,6
November	1 23,1	− 0 45,2	6 54,3	6 55,2	3 36,8
December	2 28,9	1 13,6	6 12,2	4 32,3	3 36,7
Januar	2 49,1	1 39,8	7 27,1	2 48,4	3 41,1
Februar	3 36,8	1 14,2	5 51,1	4 46,9	3 52,2
März	3 46,1	1 38,8	5 17,2	4 12,2	3 43,6
Mittel	3 30,8	1 42,2	6 21,7	3 30,2	3 46,2

Dafs die Vergleichung der vormittägigen Mittel hier meistens eine stärkere Abnahme gibt als die Vergleichung der nachmittägigen, ist nichts weiter als eine andere Einkleidung des schon oben bemerkten, dafs die täglichen Aenderungen im ersten Jahre geringer als im zweiten, und im zweiten geringer als im dritten gefunden waren. Es wird daher jener Unterschied nicht als ein reeller, sondern nur wie ein zufälliger zu betrachten, und bei längerer Fortsetzung der Beobachtungen auch ein Unterschied im entgegengesetzten Sinn zu erwarten sein. In so fern man also keinen hinreichenden Grund hat, dem einen Resultate vor dem andern einen Vorzug zu geben, bleibt nichts übrig, als sich an das Mittel aus beiden zu halten. Dieses Mittel ist beim ersten Jahre 2′ 36″5, beim zweiten 4′ 55″9, und man könnte versucht sein, diefs als einen Beweis anzusehen, dafs die Abnahme der Declination sich beschleunigt. Diefs würde jedoch nichts weiter sein als ein schlechter Grund für eine an sich richtige Sache. Es ist nemlich bekannt, dafs die während des vorigen Jahrhunderts in ganz Europa zunehmende Declination, im gegenwärtigen ihr Maximum erreicht hat und seitdem wieder zurückgeht. Der Natur der Sache nach mufs dieser Uebergang eine anfangs unmerkliche und nach und nach stärker werdende Abnahme erzeugen. Allein obgleich in Ermangelung früherer Beobachtungen das Jahr, wo für Göttingen dieser Uebergang Statt gefunden hat, sich nicht bestimmt angeben läfst, so mufs man doch nach den von andern Orten bekannt gewordenen Beobachtungen dieses Jahr für beträchtlich weiter zurückliegend ansehen, als aus jenen beiden Zahlen folgen würde, wenn man sie als reine Wirkungen der langsamen Bewegung die wir Säcularbewegung nennen betrachten wollte. Und eben so ist nach allen sonstigen Erfahrungen eine so starke Aenderung wie 2′ 19″4 als regelmäfsige Zunahme für ein Jahr schlechterdings nicht zulässig. Wir halten daher auch diesen Unterschied gröfstentheils für zufällig, so dafs vor der Hand und bis weiter reichende Erfahrungen zu Gebote stehen werden, das Mittel 3′ 46″2 als einjährige Abnahme der Declination für 1834 — 1837 gelten mufs.

Da der Unterschied der Declinationen für die Vormittags- und die Nachmittagsstunde einer so offenbar mit der Jahres-

zeit wechselnden Ungleichheit unterworfen ist, so entsteht die Frage, ob nur die eine allein oder vorzugsweise, oder ob beide zugleich an einem von der Jahrszeit abhängenden Wechsel Theil nehmen, und welche Gesetze dabei zum Grunde liegen. Zur Ausmittelung dieser Gesetze wird zwar eine längere Reihe von Jahren noch nothwendiger sein, als für den bloſsen Unterschied der Declinationen: inzwischen wird man doch gern sehen, was die bisherigen Beobachtungen, so weit sie reichen, aussagen.

Es sind in dieser Absicht zuvörderst die Mittelwerthe aus je zwölf Monaten für die drei Beobachtungsjahre berechnet. Diese sind:

	8 Uhr Vorm.	*1 Uhr Nachm.*
1834 — 1835	18° 37′ 12″5	18° 45′ 27″0
1835 — 1836	33 42,0	43 44,8
1836 — 1837	27 20,3	40 14,6

Diese Mittelwerthe sind als gültig für den mittleren Tag jedes Rechnungsjahrs zu betrachten, also die ersten für den 1. October 1834 u. s. f.

Die Vergleichung der einzelnen Monate jedes Jahres mit dem zugehörigen Mittelwerthe gibt folgende Unterschiede:

Declination 8 Uhr Vormittags.

	Erstes Jahr	*Zweites Jahr*	*Drittes Jahr*	*Mittel*
April	— 1′ 5″9	— 0′ 44″3	— 0′ 47″4	— 0′ 52″5
Mai	— 0 44,6	— 1 28,6	+ 0 40,5	— 0 30,9
Junius	+ 0 27,9	— 0 45,6	+ 0 14,8	— 0 1,0
Julius	+ 0 44,7	+ 0 26,0	— 0 26,1	+ 0 14,9
August	+ 1 35,3	+ 0 30,4	— 1 37,9	+ 0 9,3
September	— 0 14,4	— 0 20,8	— 1 5,7	— 0 33,6
October	+ 0 5,6	— 0 19,0	+ 0 13,7	— 0 0,1
November	+ 0 25,6	+ 2 33,3	+ 2 0,7	+ 1 39,9
December	+ 0 42,0	+ 1 43,9	+ 1 53,4	+ 1 26,4
Januar	+ 0 38,7	+ 1 20,4	+ 0 15,0	+ 0 44,7
Februar	— 0 9,3	— 0 15,3	+ 0 15,3	— 0 3,1
März	— 2 25,3	— 2 40,6	— 1 36,1	— 2 14,0

Declination 1 Uhr Nachmittags.

	Erstes Jahr	*Zweites Jahr*	*Drittes Jahr*	*Mittel*
April	+ 1′ 36″8	+ 2′ 46″8	+ 3′ 28″0	+ 2′ 37″2
Mai	+ 1 48,4	+ 1 32,3	+ 4 22,6	+ 2 34,4
Junius	+ 2 32,5	+ 0 56,5	+ 2 37,8	+ 2 2,3
Julius	+ 2 52,0	+ 0 58,0	+ 2 11,4	+ 2 0,5
August	+ 3 44,0	+ 3 12,0	+ 1 30,4	+ 2 48,8
September	+ 1 5,3	+ 0 42,8	+ 0 45,0	+ 0 51,0
October	— 0 39,8	— 0 39,5	+ 0 18,2	— 0 20,4
November	— 2 22,7	+ 0 4,7	— 3 20,3	— 1 52,8
December	— 3 54,3	— 3 25,7	— 4 27,8	— 3 55,9
Januar	— 3 12,6	— 3 10,2	— 2 28,4	— 2 57,1
Februar	— 2 57,6	— 2 29,6	— 3 46,3	— 3 4,5
März	— 0 31,8	— 0 28,4	— 1 10,4	— 0 43,5

Die Zahlen der letzten Columne sind als Mittel aus drei Jahren einigermaaſsen, wenn auch nur erst sehr unvollkommen, von dem Einflusse der unregelmäſsigen Anomalien befreiet, allein offenbar noch mit der Säculaͤrānderung behaftet. Um diese abzulösen, muſs noch der Betrag derselben zwischen der Mitte jedes Monats und dem 1. October für die ersten sechs Monate mit negativem, für die letzten sechs mit positivem Zeichen angebracht werden. Unter Zugrundlegung des oben bestimmten zwölfmonatlichen Werths 3′ 46″2 erhalten wir so folgende Resultate.

	8 *Uhr Vorm.*	1 *Uhr Nachm.*	*Mittel*
April	— 2′ 35″6	+ 0′ 54″2	— 0′ 50″7
Mai	— 1 55,3	+ 1 10,0	— 0 22,6
Junius	— 1 6,6	+ 0 56,7	— 0 4,9
Julius	— 0 32,0	+ 1 13,6	+ 0 20,8
August	— 0 18,8	+ 2 20,7	+ 1 0,9
September	— 0 43,0	+ 0 41,6	— 0 0,7
October	+ 0 9,3	— 0 11,0	— 0 0,8
November	+ 2 8,0	— 1 24,7	+ 0 21,6
December	+ 2 13,3	— 3 9,0	— 0 27,8
Januar	+ 1 50,3	— 1 51,5	— 0 0,6
Februar	+ 1 21.3	— 1 40,1	— 0 9,4
März	— 0 30,9	+ 0 59,6	+ 0 14,3

In diesen Resultaten zeigt sich schon so viele Regelmäſsigkeit, wie man von nur dreijährigen Beobachtungen erwarten konnte. Die erste Columne zeigt, wie viel die vormittägige

Declination in den einzelnen Monaten von der mittlern vormittägigen Declination abweicht, und eben so gibt die zweite Columne den Unterschied der nachmittägigen Declination in jedem Monat von der mittlern nachmittägigen Declination, wobei man sich erinnern muſs, daſs die letztere selbst 10′ 23″8 gröſser ist, als die mittlere vormittägige.

Merkwürdig scheint nun, daſs in allen zwölf Monaten die vormittägige und nachmittägige Declination *auf entgegengesetzten Seiten* über ihre mittleren Werthe hinaus schwanken. In den fünf Wintermonaten vom October bis Februar ist die vormittägige gröſser als ihr mittlerer Werth, die nachmittägige kleiner, und beide Umstände tragen also *zugleich* dazu bei, in dieser Jahreszeit die ganze Differenz unter ihren mittlern Werth zu bringen: in den übrigen sieben Monaten findet gerade das Entgegengesetzte Statt. Ueberdieſs sind diese entgegengesetzten Schwankungen durchschnittlich nahe von gleicher Gröſse, wovon die Folge ist, daſs sie sich in ihrem Mittelwerth, welchen die letzte Columne darstellt, fast aufheben. Mit andern Worten ist dieſs auch so auszusprechen: das Mittel zwischen der magnetischen Declination Vormittags 8 Uhr und Nachmittags 1 Uhr enthält neben den unregelmäſsigen Anomalien und der Säcularabnahme keine erheblichen von der Jahreszeit abhängigen Schwankungen, wenigstens tritt gar kein Unterschied der Sommermonate gegen die Wintermonate mit Sicherheit hervor.

Der mittlere Werth selbst, aus sämmtlichen dreijährigen Beobachtungen abgeleitet, würde für den 1. October 1835

$$= 18^0\ 37'\ 56''9$$

anzusetzen sein. Uebrigens versteht sich von selbst, daſs hier nur der Mittelwerth aus den bei unserm Beobachten gewählten Stunden gemeint ist, von welchem der Mittelwerth aus *allen* Stunden des Tages wohl etwas verschieden sein könnte, wenn gleich wahrscheinlich nur wenig. Allein alle bisherigen Untersuchungen zeigen zur Genüge, daſs ohne sehr langwierige Arbeiten darüber mit Sicherheit nichts wird festgesetzt werden können.

Bisher ist nur von den monatlichen Mittelzahlen die Rede gewesen. Der vollständige Abdruck der einzelnen Beobachtungen wurde für jetzt für überflüssig gehalten, da dieselben,

so lange sie nur von Einem Orte vorliegen, nur in so fern ein Interesse haben könnten, als das unregelmäſsige Hinundherspringen sich daran erkennen läſst. Dieser Zweck läſst sich jedoch besser, als durch den bloſsen Anblick der Zahlen, vermittelst einer methodischen Combination derselben erreichen, wodurch die Gröſse des Schwankens auf ein bestimmtes Maaſs zurückgeführt, und der allgemeine Charakter verschiedener Zeiträume, in Beziehung auf stärkeres oder geringeres Schwanken während derselben, genau vergleichbar wird. Ich verstehe hier Kürze halber unter dem Schwanken der magnetischen Declination die Differenz von der des vorhergehenden Tages zu derselben Stunde, und (nach der Analogie der sogenannten mittlern Beobachtungsfehler) unter mittlerm Schwanken während eines beliebigen Zeitraumes die Quadratwurzel aus dem Mittel der Quadrate der einzelnen Schwankungen. Man hat dabei zu bemerken, daſs wenn mehrere gleiche oder als gleich betrachtete Zeiträume nachher zu einem einzigen vereinigt werden sollen, man zur Bestimmung des Generalmittels nicht das arithmetische Mittel aus den partiellen mittlern Schwankungen nehmen darf, sondern erst von letztern auf ihre Quadrate zurückkommen, aus diesen das arithmetische Mittel suchen muſs, und sich an dessen Quadratwurzel zu halten hat. Die Resultate der auf diese Art über die dreijährigen Beobachtungen geführten Rechnung enthält folgende Tafel in Secunden ausgedrückt.

Mittleres Schwanken der magnetischen Declination während der drei Jahre 1834 — 1837.

	8 *Uhr Vormittag*				1 *Uhr Nachmittag*			
	I	II	III	*Mittel*	I	II	III	*Mittel*
April	74	126	205	147	129	101	264	180
Mai	192	124	277	207	158	183	210	185
Junius	172	171	199	181	95	151	217	162
Julius	213	243	287	250	119	184	252	193
August	264	253	269	262	175	165	307	225
September	162	325	207	241	172	143	161	159
October	116	296	216	222	182	202	242	210
November	79	205	308	218	170	173	126	158
December	132	324	71	206	184	206	154	182
Januar	146	274	138	196	174	212	154	181
Februar	116	146	164	143	178	183	129	165
März	100	109	366	228	127	153	246	183
Mittel	157	229	238	211	156	174	213	183

Von den einzelnen Beobachtungen mögen hier noch die *gröſsten* Schwankungen angeführt werden, die im Laufe der drei Jahre bei den vormittägigen und nachmittägigen Declinationen vorgekommen sind. Jene war am 8. October 1835 um 20′ 1″ gröſser als am 7. October, und die nachmittägige Declination am 24. April 1836 um 13′ 0″ gröſser als am vorhergehenden Tage. Dagegen ist auch völlige Gleichheit der vormittägigen oder der nachmittägigen Declination an zweien auf einander folgenden Tagen öfters vorgekommen. In den monatlichen Mittelschwankungen rücken natürlich diese Extreme viel näher zusammen; gleichwohl bleibt die groſse Ungleichheit der einzelnen Monate in dieser Beziehung sehr bemerkenswerth, da nach obiger Uebersicht das mittlere Schwanken bei der Vormitttagsdeclination im März 1837 die Gröſse von 6′ 6″ hatte, im December 1836 hingegen nur 1′ 11″ betrug.

Ob im Allgemeinen zu einer Tageszeit gröſsere Schwankungen vorherrschen als zu einer andern, ist aus den Resultaten für unsere beiden Stunden mit Sicherheit noch nicht zu entscheiden. Im Mittelwerth stehen im ersten Jahre beide nahe gleich, in den beiden andern überwiegen die Vormittagsschwankungen, aber der Unterschied der Endresultate aus allen drei Jahren 3′ 31″ und 3′ 3″ ist zu klein, als daſs man ihn durch so wenige Jahre für festgestellt halten dürfte, wiewohl in den Mittelzahlen für die einzelnen Monate in der vierten und achten Columne zehn Monate eine Differenz in demselben Sinn gegeben haben.

Wirft man Vormittags - und Nachmittagsbeobachtungen zusammen, so erhält man folgende mittleren Schwankungen:

	Jahr I	*Jahr* II	*Jahr* III	*Mittel*
April	108	114	237	164
Mai	176	156	245	196
Junius	139	161	208	172
Julius	173	215	270	223
August	224	214	289	244
September	167	251	185	204
October	152	254	229	216
November	133	190	235	191
December	160	271	120	195
Januar	160	245	146	189
Februar	150	166	148	155
März	114	133	312	206

Mittelwerthe.

	Jahr I	*Jahr* II	*Jahr* III	*Mittel*
Julius — December	170	234	228	213
Uebrige Monate	143	167	223	181
Ganzes Jahr	158	204	226	198

Nach den Zahlen der vierten Columne herrschen in den Monaten Julius — December etwas gröſsere Schwankungen vor, als in den sechs übrigen, aber die Mittelwerthe 3′ 33″ und 3′ 1″ sind doch wohl zu wenig verschieden, um daraus mit Sicherheit schlieſsen zu können, daſs jene Jahreszeit gröſsere Schwankungen mehr begünstigt, zumahl da der Unterschied nur hauptsächlich in dem einen Jahre 1835 — 1836 auf diese Art stark hervorgetreten ist.

Sehr kenntlich ist hingegen die Ungleichheit der Veränderlichkeit in den einzelnen drei Jahren gegen einander gehalten; der Mittelwerth für das dritte Jahr ist fast um die Hälfte gröſser, als der Mittelwerth für das erste. Das Generalmittel aus sämmtlichen bisherigen Beobachtungen 3′ 18″ könnte daher nach längerer Fortsetzung wohl noch erhebliche Abänderung erhalten.

Dieſs sind die Resultate, die sich aus den bisherigen täglichen Aufzeichnungen der magnetischen Declination ziehen lassen. Es ist sehr zu wünschen, daſs ähnliche Arbeiten an mehrern Orten ausgeführt werden, und an einigen ist seit kurzem schon der Anfang damit gemacht. Wenn, wie in Mailand geschieht, die Beobachtungen nicht nach der Ortszeit, sondern genau gleichzeitig mit den hiesigen angestellt werden, so bietet die Vergleichung der einzelnen Tage noch zu andern Combinationen Gelegenheit dar, welche, wenn sie erst eine etwas beträchtliche Zeit umfassen können, von groſsem Interesse sein werden. Die Beobachter, welche es auf eine ähnliche Weise halten, d. i. ihre Aufzeichnungen zu solchen Zeiten machen, welche mit den hiesigen übereinstimmen, werden daher ersucht, die Resultate aller Tage einzeln mitzutheilen, wobei es jedoch zureicht, sie nur nach Scalentheilen anzugeben, so daſs die Verwandlung in Bogentheile erspart werden kann, wenn nur zugleich die nöthigen Reductionselemente bemerkt werden.

G.

IV.

Beschreibung eines kleinen Apparats zur Messung des Erdmagnetismus nach absolutem Maaſs für Reisende.

Unter den zahlreichen Anwendungen, zu denen das Magnetometer geeignet ist, ist die wichtigste die auf absolutes Maaſs zurückgeführte Messung des Erdmagnetismus, wie sie in der Abhandlung: *Intensitas vis magneticae terrestris ad mensuram absolutam revocata. Auctore Carolo Friderico Gauss. Gottingae*, 1833. gegeben worden ist. Diese Anwendung des Magnetometers, welche gestattet, die Resultate der Erfahrungen, die in den entferntesten Welttheilen, zu den verschiedensten Zeiten und mit nie verglichenen Apparaten erhalten worden sind, mit einander numerisch zu vergleichen, wird in diesen Blättern in der Folge häufiger besprochen und es wird successive alles mitgetheilt werden, was zu ihrer Ausführung zu wissen nöthig ist, so wie alles, was zur Erleichterung des Geschäfts dabei dienen kann. Desgleichen werden auch die Resultate dieser absoluten Messungen zur Sprache gebracht werden und ihre Benutzung zu einer wissenschaftlichen Begründung der Lehre vom Galvanismus.

Diese wichtigen absoluten Messungen des Erdmagnetismus lassen sich mit derjenigen Genauigkeit, welche sie verdienen, nur mit dem Magnetometer und zwar nur in einem vollständig ausgerüsteten Observatorio ausführen.

Da aber solcher Observatorien vor der Hand nur wenige existiren und wenigen Naturforschern zugänglich sind, während doch viele sich für diese Messungen interessiren und sich eine Uebersicht und ein Urtheil von der Sache verschaffen möchten, die schwer zu erlangen ist, wenn man nicht selbst Hand anlegt und die nöthigen Beobachtungen und Rechnungen, wenn auch weniger fein und genau, ausführt; so sollen dazu hier einfachere Mittel an die Hand gegeben werden, die sich jeder verschaffen kann. Die Beschreibung und

die Anleitung zum Gebrauch dieser Mittel finden um so mehr hier eine passende Stelle, weil diese Blätter nicht blofs für den engen Kreis der Theilnehmer an den magnetischen Beobachtungen, sondern überhaupt für alle, welche an der Aufsuchung der Gesetze der magnetischen Naturerscheinungen Theil nehmen, bestimmt sind.

Die weniger scharfen Hülfsmittel, welche man vor Erfindung des Magnetometers zu magnetischen Messungen anwandte, können nicht nur auch jetzt noch zu den nämlichen Zwecken gebraucht werden, wie früher, sondern können auch zur Ausführung der absoluten Intensitäts-Messung Anwendung finden, welche die Erfindung des Magnetometers veranlafst hat. Zwar gewähren jene Instrumente bei weiten nicht so genaue Resultate, wie das Magnetometer; aber die Resultate, die sie geben können, werden mit ihnen zum Theil leichter gewonnen. Diefs ist der Grund, warum diese Instrumente durch das Magnetometer nicht allen ihren Werth verloren haben, sondern auch ferner noch, wenn auch in beschränkterem Kreise, eine nützliche Anwendung finden werden. Ueberall, wo die Anwendung eines Magnetometers, sey es wegen Beschränkung an Mitteln oder an Zeit, oder aus andern Gründen nicht möglich ist, werden jene Instrumente noch häufig mit Vortheil benutzt werden. Vorzüglich oft wird diefs auf Reisen in fernen Gegenden vorkommen. Zwar ist es möglich, das Magnetometer auch auf Reisen mit sich zu führen und zu gebrauchen, wie das rühmliche Beispiel beweist, was Hr. von Waltershausen und Hr. D. Listing auf ihrer italienischen Reise gegeben haben; doch ist dies nur Reisenden möglich, die von äufseren Verhältnissen sehr begünstigt sind und es ist darum nicht zu erwarten, dafs viele diesem Beispiele folgen werden. Will man daher von der ganzen Erdoberfläche Beobachtungen sammeln, so mufs man auch mit solchen vorlieb nehmen, die nicht mit Magnetometern gemacht sind, und es ist wichtig, die Anwendung der gebräuchlichen Reise-Instrumente dadurch zu erweitern, dafs man auch die bisher blofs mit Magnetometern gemachte absolute Intensitätsmessung mit ihnen ausführt. Die Genauigkeit der mit jenen Reise-Instrumente ausgeführten absoluten Intensitätsmessung wird sich zu der mit dem Magnetometer ausgeführten fast eben so, wie

die mit beiden ausgeführten Declinationsmessungen verhalten. Eine geschickte Hand wird daher auch mit ihnen nützliche Resultate gewinnen können und es wird sogar wünschenswerth erscheinen, daſs recht viel Gebrauch von ihnen gemacht werde.

Es sollen nun der Reihe nach

1) die Theile des kleinen Messungsapparats,
2) die damit zu machenden Beobachtungen,
3) die Regeln zur Benutzung der Beobachtungen,
4) die Berechnung der Beobachtungen nach diesen Regeln,
5) das Resultat der Berechnung,
6) die Vortheile der gewählten Dimensionen des Apparats zur Schärfung des Resultats

betrachtet werden.

1. *Die Theile des kleinen Messungsapparats.*

Auſser einer Secundenuhr, die zu diesen Messungen nothwendig ist, besteht dieser kleine Messungsapparat aus 3 Theilen:

aus einer kleinen Boussole,
aus einem kleinen Magnetstabe, den man an einem Seidenfaden schwingen lassen kann,
aus einem 1 Meter langen Maaſsstabe.

Es wurde eine Boussole gewählt, deren Nadel nur 60 Millimeter lang und deren Kreisbogen bloſs in ganze Grade getheilt war. Soll eine so kleine Boussole zu brauchbaren Resultaten führen, so muſs der Beobachter sich die Geschicklichkeit erwerben, noch den 10ten Theil eines Grads sicher zu schätzen *). Diese Boussole könnte auch noch etwas gröſser seyn, aber es ist nicht rathsam, aus Gründen, die zum Schlusse des Aufsatzes angegeben werden sollen, sie gröſser als 100 Millimeter zu wählen.

---

*) Diese Schätzung, welche unter andern Verhältnissen leicht zu machen ist, findet hier darin ein Hinderniſs, daſs die Spitze der Magnetnadel von der Theilung gewöhnlich etwas absteht. Man hat zur Besiegung dieses Hindernisses sich des Hülfsmittels bedient, auf den Tisch vor der Magnetnadel einen Spiegel horizontal zu legen und, ehe man den Stand der Boussole abliest, das Spiegelbild des Auges, mit dem man abliest, zu beobachten und nach dem Augenmaaſse zu beurtheilen, ob die verlängerte Magnetnadel das Spiegelbild des Auges halbire.

Der kleine Magnetstab war 101 Millimeter lang, $17\frac{1}{2}$ Millimeter breit, wog 142 Gramm und man konnte ihn schwingen lassen, indem man einen seidenen Faden kreuzweise um ihn band und ihn daran in seiner Mitte aufhing. Es ist vortheilhaft, wenn dieses Stäbchen genau parallelepipedisch gearbeitet ist, damit man aus seinem Gewichte und seinen Dimensionen sein Trägheitsmoment berechnen könne. Auch kann es in seiner Mitte mit einem kleinen Loche versehen werden, durch welches eine Nähnadel gesteckt wird, wo man dann den Faden, an welchen es schwingen soll, blos durch das Oehr der Nadel zu ziehen braucht. Auch ist es bequem, wenn das Stäbchen genau 100 Millimeter lang ist.

Der Maaſsstab muſs so breit seyn, daſs die Boussole in der Mitte darauf gestellt werden kann und braucht nur von 50 zu 50 Millimeter getheilt zu seyn.

Dieses sind die einfachen Mittel, welche zur Ausführung der ganzen Messung nöthig sind. Hr. Mechanicus Meyerstein in Göttingen liefert den ganzen Apparat mit Ausnahme der Uhr für $9\frac{1}{2}$ Thlr., woraus hervorgeht, daſs die Intensitätsmessung mit diesen Mitteln ausgeführt weniger Aufwand als irgend eine andere magnetische Messung erfordert. Zugleich ersieht man hieraus, daſs dieser Apparat sich sehr gut für die Reise paſst und überall, selbst von Fuſsgängern, fortgebracht werden kann. Man stellt den Apparat auf einem Tische mitten im Zimmer auf, vermeidet alles Eisen in der nächsten und groſse Eisenstangen auch in der weitern Umgebung. Auch lassen sich leicht Einrichtungen treffen, den Apparat im Freien zu gebrauchen.

2. *Die mit diesem Apparate zu machenden Beobachtungen.*

Die Beobachtungen mit diesem Apparate sind von zweierlei Art: 1) die Ablenkungsversuche, 2) die Schwingungsversuche.

1. *Die Ablenkungsversuche.*

Der Maaſsstab wird horizontal und rechtwinklicht gegen den magnetischen Meridian gelegt. Sein Anfang liege östlich. Die Boussole wird mitten darauf gestellt. Der kleine Magnetstab wird

1) mit seinem Nordende östlich, auf den Nullpunkt der Theilung gelegt, so daſs seine Mitte (wenn er 100 Millimeter lang ist) auf 50 Millimeter liegt. Die Boussole wird östlich abgelenkt und ihr Stand u_0 beobachtet.

2) Das Südende wird mit dem Nordende vertauscht. Die Boussole wird westlich abgelenkt und ihr Stand u_0' beobachtet.

3) Das Nordende des Magnetstabs wird östlich, auf 100 Millimeter gelegt. Die Boussole wird östlich abgelenkt und ihr Stand u_1 beobachtet.

4) Das Südende wird mit dem Nordende vertauscht. Die Boussole wird westlich abgelenkt und ihr Stand u_1' beobachtet.

5) Das Nordende des Magnetsabs wird östlich, auf 150 Millimeter gelegt. Die Boussole wird östlich abgelenkt und ihr Stand u_2 beobachtet.

6) Das Südende wird mit dem Nordende vertauscht. Die Boussole wird westlich abgelenkt und ihr Stand u_2' beobachtet.

7) Das Nordende des Magnetstabs wird östlich, auf 750 Millimeter gelegt. Die Boussole wird östlich abgelenkt und ihr Stand u_2'' beobachtet.

8) Das Südende wird mit dem Nordende vertauscht. Die Boussole wird westlich abgelenkt und ihr Stand u_2''' beobachtet.

9) Das Nordende des Magnetstabs wird östlich, auf 800 Millimeter gelegt. Die Boussole wird östlich abgelenkt und ihr Stand u_1'' beobachtet.

10) Das Südende wird mit dem Nordende vertauscht. Die Boussole wird westlich abgelenkt und ihr Stand u_1''' beobachtet.

11) Das Nordende des Magnetstabs wird östlich, auf 900 Millimeter gelegt. Die Boussole wird östlich abgelenkt und ihr Stand u_0'' beobachtet.

12) Das Südende wird mit dem Nordende vertauscht. Die Boussole wird westlich abgelenkt und ihr Stand u_0''' beobachtet.

Diese 12 Beobachtungen können in einer halben Stunde fertig seyn.

2. *Schwingungsversuche.*

Das Magnetstäbchen wird darauf an einem seidenen Faden horizontal aufgehangen und man läſst es schwingen und miſst

seine Schwingungsdauer auf bekannte Weise, die hier nicht weiter beschrieben zu werden hraucht. In der Zeit einer Viertelstunde kann die Schwingungsdauer durch diese Versuche mit hinreichender Schärfe gefunden werden.

Faſst man alle Beobachtungen zusammen, die zu einer vollständigen Intensitätsmessung nach absolutem Maaſse nöthig sind, und rechnet dabei eine Viertelstunde auf die Aufstellung des Apparats und auf die Aufhängung des Magnetstäbchens, so kann der experimentelle Theil in 1 Stunde absolvirt seyn. Es bleibt dabei dem Beobachter überlassen, ob er durch mehrmalige Wiederholung der Beobachtungen seiner Messung gröſsere Sicherheit und Genauigkeit verschaffen wolle.

Als Beispiel möge ein Satz solcher im physicalischen Cabinet zu Göttingen angestellter Beobachtungen dienen.

Beispiel.

Göttingen, 1837. *Jan.* 18.

1) *Ablenkungsversuche.*

1. $u_0 - u_0' = 23^0\ 9'$
2. $u_0 - u_1' = 47^0\ 42'$
3. $u_2 - u_2' = 71^0\ 48'$
4. $u_2'' - u_2''' = 69^0\ 21'$
5. $u_1'' - u_1''' = 46^0\ 12'$
6. $u_0'' - u_0''' = 22^0\ 27'$

Bei diesen Versuchen betrug der Abstand R der Mitte des Magnetstäbchens von der Mitte der Boussole der Reihe nach:

1. $R_0 = 450^{mm}$
2. $R_1 = 350$
3. $R_2 = 300$
4. $R_2 = 300$
5. $R_1 = 350$
6. $R_0 = 450.$

2. *Schwingungsversuche.*

No.	Stand der Uhr	Zahl der Schwingungen	Ihre Dauer
0.	0′ 3″25		
1.	9,90	1.	6,65
2.	16,65	2.	13,40
3.	23,35	3.	20,10
4.	30,00	4.	26,75
5.	36,65	5.	33,40
6.	43,30	6.	40,05
7.	50,00	7.	46,75
8.	56,70	8.	53,45
9.	1′ 3,30	9.	60,05
10.	9,80	10.	66,55
11.	16,55	11.	73,30
12.	23,30	12.	80,05
13.	29,90	13.	86,65
14.	36,65	14.	93,40
15.	43,15	15.	99,90
16.	49,80	16.	106,55
17.	56,65	17.	113,40
18.	2′ 3,25	18.	120,00
19.	9,95	19.	126,70
20.	16,70	20.	133,45
21.	23,35	21.	140,10
22.	30,00	22.	146,75
	Summa	253.	1687″,40

folglich die Dauer t einer Schwingung:

$$t = 6''67.$$

3. *Die Regeln zur Benutzung der Beobachtungen.*

Um die Regeln zur Benutzung dieser Beobachtungen, ohne in theoretische Betrachtungen einzugehen, übersichtlich und verständlich darzustellen, ist es am geeignetsten, aus dem für ein gröſseres Publicum geschriebenen Aufsatze: "*Ueber Erdmagnetismus und Magnetometer*", in Schumacher's Jahrbuche für 1836, die darauf bezügliche Stelle hier zu wiederholen und die Gesetze, die dort in Worten ausgesprochen sind, in mathematischen Zeichen ausgedrückt, beizufügen. Es heiſst daselbst S. 18:

"Die Quadratzahl der Menge der Schwingungen einer Nadel

in einer bestimmten nach Gefallen gewählten Zeit ist ein von der besondern Beschaffenheit der Nadel abhängiges Maaſs der Stärke des Erdmagnetismus. Das Besondere der Nadel kommt hier aber in zweierlei Rücksicht ins Spiel: einmal, insofern der Magnetismus, dessen Träger die Nadel ist, mehr oder weniger stark seyn kann, zweitens, insofern die Nadel mehr oder weniger ponderable Masse, und in schwerer oder leichter zu bewegender Gestalt enthält. Die Absonderung des zweiten Theils des Besondern der Nadel ist nun nicht schwer. Der Einfluſs des Erdmagnetismus auf die in der Nadel getrennten magnetischen Flüssigkeiten bewirkt eine Drehungskraft oder ein Drehungsmoment, insofern die Nadel nicht im magnetischen Meridian ist; dies Drehungsmoment ist desto gröſser, je mehr die Nadel vom magnetischen Meridian abweicht, und am gröſsten in der gegen den Meridian rechtwinkligen Stellung. Dies gröſste Drehungsmoment wird immer stillschweigend verstanden, wenn vom Drehungsmoment schlechthin die Rede ist; es läſst sich angeben durch ein bestimmtes Gewicht, welches auf einen Hebelsarm von bestimmter Länge wirkt, mithin durch eine Zahl, sobald man Gewichte und Längen, nach beliebig gewählten Einheiten, durch Zahlen ausdrückt. Nun hängt aber dieses Drehungsmoment auf eine einfache Art, welche die Dynamik lehrt, mit der Schwingungsdauer vermittelst einer durch Figur und Gewicht der Nadel bestimmten Zwischengröſse zusammen, die man ihr Trägheitsmoment nennt, und nach bekannten Regeln berechnen kann. Ist die Nadel nicht genau ein regelmäſsiger Körper, oder trägt sie, während sie schwingt, noch sonstigen Zubehör, so bedarf es freilich zur Ausmittelung des Trägheitsmoments noch besonderer Vorkehrungen, welche hier anzugeben zu weitläufig seyn würde: jedenfalls sind Mittel dazu in unsrer Gewalt. Ist nun dies Trägheitsmoment bekannt, so kann man aus der beobachteten Schwingungsdauer der Nadel auf das Drehungsmoment zurückschlieſsen, welches der Erdmagnetismus durch seine Einwirkung auf die magnetischen Flüssigkeiten in der Nadel hervorbringt."

Bezeichnet man dieses Trägheitsmoment, nachdem es mit der Zahl $\pi\pi$ d. i. 9,8696... multiplicirt und mit der doppelten Fallhöhe für die gewählte Zeiteinheit dividirt worden ist, durch den Buchstaben C; so kann man aus C und aus der beobachteten Schwingungsdauer t der Nadel oder

des schwingenden Magnetstabs auf jenes gröſste von der Erde ausgeübte Drehungsmoment zurückschlieſsen, und zwar lehrt die Dynamik, daſs letzteres

$$= \frac{C}{tt}$$

ist.

"Uebrigens ist es sehr wohl möglich, dies Drehungsmoment auch durch directe Versuche ohne beobachtete Schwingungsdauer zu bestimmen: ein eigenthümlicher dazu dienender, seit kurzem in der Göttinger Sternwarte aufgestellter Apparat zeigt sich aller nur zu wünschenden Schärfe fähig; allein für den gegenwärtigen Zweck ist es unnöthig, dabei zu verweilen.

Dieses Drehungsmoment, welches der Erdmagnetismus an einer gegebenen Nadel erzeugt, bietet uns nun eine neue Abmessungsart der Stärke der erdmagnetischen Kraft dar, oder genauer zu reden, eine neue Form der vorigen Abmessungsart, vor welcher sie den Vorzug hat, daſs der eine Theil der Individualität der Nadel nunmehro abgeschieden ist. Sie bleibt von dieser Individualität nur noch insofern abhängig, als in der Nadel ein stärkerer oder schwächerer Magnetismus entwickelt seyn kann, und sobald wir *diesen* auf ein absolutes Maaſs zurückführen können, wobei das Besondere seines Trägers gar nicht mehr in Frage kommt, wird auch die Stärke des Erdmagnetismus selbst auf ein absolutes Maaſs zurückgeführt seyn, da nur die Zahl, welche das Drehungsmoment ausdrückt, mit der Zahl, welche den Magnetismus der Nadel misset, dividirt zu werden braucht. In der That ist dann der Abmessung des Erdmagnetismus als Einheit eine solche diesem ähnlich gedachte Kraft untergelegt, deren Wirkung auf eine Einheit des Nadel-Magnetismus in einem Drehungsmoment besteht, welches durch den Druck der Gewichtseinheit auf einen Hebelarm von der Länge der Raumeinheit gemessen wird."

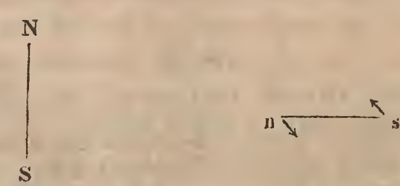
Bezeichnet also T den Erdmagnetismus nach Unterlegung jener Einheit und M den Magnetismus der Nadel oder des schwingenden Stabs, so ist

$$T = \frac{C}{tt \, . \, M} \qquad \text{(I.)}$$

"Man könnte versucht seyn zu glauben, dass die Last, welche eine Magnetnadel zu tragen vermag, als Maaſsstab für die Stärke des darin entwickelten Magnetismus dienen könne. Allein eine nähere Prüfung ergibt, daſs dieses Mittel für unsern

Zweck ganz unbrauchbar ist. Die Bestimmung des Tragvermögens ist überhaupt keiner Schärfe fähig, indem wiederholte Versuche sehr verschiedene Resultate dafür geben können: aber, was viel wichtiger ist, dieses Tragvermögen steht mit der Gröſse der Entwicklung des Magnetismus in der Nadel, in dem Sinn, wie sie hier zu verstehen ist, nämlich insofern sie das Drehungsmoment bestimmt, in gar keinem nothwendigen Zusammenhange. Bei dem Drehungsmoment kommt der Magnetismus in allen Theilen der Nadel, auf welchen der Erdmagnetismus gleichmäſsig und in parallelen Richtungen wirkt, in Betracht: bei dem Tragvermögen hingegen hauptsächlich der, ohnehin durch die Wechselwirkung des Magnetstabs und des angehängten Eisens augenblicklich modificirt werdende Magnetismus in dem der Last zunächst liegenden Ende. Zu dem hier vorliegenden Zweck sind lediglich solche Kraftwirkungen brauchbar, welche der Magnetismus aller Theile der Nadel fast gleichmäſsig und in fast parallelen Richtungen ausübt, also Wirkungen in beträchtlicher Entfernung.

Eine an einem bestimmten Platze befindliche Magnetnadel übt ihre magnetische Kraft in jedem Punkte des Raumes aus, in einer Stärke und Richtung, die durch die Entfernung und Lage bestimmt werden. In der Nähe ist diese Kraft stark, aber an verschiedenen Stellen sehr ungleich; in groſsen Entfernungen zwar schwach, aber dann innerhalb eines mäſsigen Raumes an Stärke und Richtung fast gleich. Je gröſser die Entfernung, desto mehr nähert sich das Gesetz der Kraft einer einfachen Regel, welche die Theorie vollständig angibt: hier dürfen wir uns auf die Betrachtung eines Falles beschränken, der für unsern Zweck hinreicht. In einer horizontalen Fläche sey NS die festliegende Magnetnadel, deren Kraftäuſserung auf eine zweite ns an einem Faden aufgehängte hier in Frage steht: beide in solcher gegenseitigen Lage, die die Figur hinreichend erklärt.

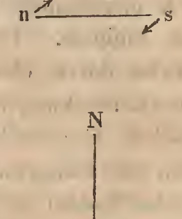


Die Wirkung der erstern Nadel auf die andere wird dann in einem Bestreben, diese zu drehen, bestehen, und zwar in dem Sinn, den die Pfeile bezeichnen, wenn die Buchstaben *N n* gleichnamige Pole z. B. die Nordpole bedeuten, mithin *S s* die Südpole. Das Drehungsmoment wird ganz auf gleiche Weise durch eine Zahl verständlich gemacht, wie oben bei der Einwirkung des Erdmagnetismus auf eine frei schwebende Nadel. Die Gröfse dieses Drehungsmoments hängt aber ab von der Entfernung und von der Stärke des Magnetismus in *beiden* Nadeln, so dafs es z. B. bei gleicher (hinlänglich grofs vorausgesetzter) Entfernung sechsmal stärker ausfällt, wenn die eine Nadel einen doppelt, die andere einen dreifach stärkern Magnetismus trüge. Mit der Entfernung hängt aber die Wirkung so zusammen, dafs bei doppelter Entfernung die Wirkung nur den achten, bei dreifacher nur den siebenundzwanzigsten Theil ihres Werths bei einfacher Entfernung behält, wobei jedoch zu bemerken ist, dafs dieses Gesetz nur für sehr grofse Entfernungen hinlänglich scharf, und auf kleine nicht auszudehnen ist. Da nun alle Entfernungen, nachdem für sie einmal ein Maafs als Einheit gewählt ist, durch Zahlen ausgedrückt werden, so wird jenes Gesetz auch so ausgesprochen werden können, dafs das Drehungsmoment mit dem Würfel der Entfernung multiplicirt für sehr grofse Entfernungen immer gleiches Resultat gibt, welches Product man füglich das auf die Entfernungseinheit *reducirte* Drehungsmoment nennen mag, ohne zu vergessen, dafs nach der eben gemachten Bemerkung das in der Entfernungseinheit wirklich statt findende Drehungsmoment, falls jene klein ist, von dem reducirten bedeutend verschieden seyn kann. Dies hindert aber durchaus nicht, das reducirte Drehungsmoment zu einem Maafsstabe für den Magnetismus der Nadeln zu benützen, und *den Magnetismus derjenigen Nadel als Einheit zu betrachten, welche einer andern einen eben so grofsen Magnetismus tragenden in der bezeichneten Lage ein reducirtes Drehungsmoment ertheilt, welches dem Druck der Gewichtseinheit an einem Hebelsarm von der Länge der Entfernungseinheit gleichkommt.*"

Bezeichnet man nach dieser für den Nadel- oder Stabmagnetismus festgesetzten Einheit den Magnetismus der Nadel mit m, den Magnetismus des Stabs mit M, die grofse Entfernung beider von einander mit R und

das vom Stabe auf die Nadel ausgeübte Drehungsmoment mit f; so ist hiernach das reducirte Drehungsmoment

$$mM = fR^3.$$



Die Lage des Stabs zur Nadel, die hier angenommen wurde, fand bei den oben beschriebenen Versuchen nicht statt, sondern eine andere durch nebenstehende Figur erläuterte Lage. Doch gilt auch für diese Lage, was von jener galt, mit dem einzigen Unterschiede, dafs der Werth von f ein anderer ist, der mit F bezeichnet werden soll. In der Abhandlung: *Intensitas* etc. wird bewiesen, dafs

$$F = 2f$$

ist, und folglich

$$mM = \frac{FR^3}{2} \qquad \text{(II.)}$$

Die in der Folge anzuführenden Formeln werden sich immer auf diesen zweiten Fall beziehen, um von ihnen später die Anwendung auf die oben beschriebenen Versuche zu machen.

"Auf diese Weise haben wir also einen völlig klaren präcisen Begriff für die Abmessung der magnetischen Kraft einer Magnetnadel gewonnen. Eine Nadel von der zweifachen Kraft wird dann einer ihr gleich-magnetisirten ein reducirtes Drehungsmoment = 4 ertheilen u. s. w., und allgemein wird man, sobald man die Zahl für das reducirte Drehungsmoment kennt, welches eine Nadel einer ihr gleichen ertheilt, in der Quadratwurzel aus jener Zahl das absolute Maafs für die Stärke des Magnetismus jeder der beiden Nadeln haben.

Es bleibt also, um die Stärke des Erdmagnetismus auf absolutes Maafs zurückführen zu können, nur noch übrig, ein Verfahren anzugeben, wodurch das Drehungsmoment, welches eine Nadel einer ihr gleichen in beträchtlicher Entfernung und in der in der Figur dargestellten Lage ertheilt, mit Schärfe bestimmt werden kann. Bei einer oberflächlichen Erwägung des im Vorhergehenden absichtlich noch bei Seite gesetzten Umstandes, dafs es unmöglich ist, diese so sehr schwache Wirkung der Nadel NS auf die Nadel ns (welche wir einstweilen genau eben so stark magnetisirt wie NS voraussetzen wollen) für sich rein zu beobachten, da sich letztere der überall gegenwärtigen und viel stärker wirkenden erdmagnetischen

Kraft nicht entziehen läſst, könnte man diese Aufgabe für sehr schwer halten: allein gerade umgekehrt wird durch diesen Umstand selbst eine leichte Lösung gegeben. Nehmen wir an, daſs in unserer Figur die gerade Linie von der Mitte der Nadel *NS* durch die Nadel *ns* mit dem magnetischen Meridian (von Norden nach Süden zu) zusammenfalle, so wird in dieser Lage die erdmagnetische Kraft noch gar nicht auf die Nadel *ns* wirken; so wie aber die Drehungskraft, welche *NS* auf *ns* ausübt, ihr Spiel anfängt, wird *ns* von ihrer ersten Lage abgelenkt werden, und in Bewegung kommen; allein je mehr sie sich in Folge dieser Bewegung von der ersten Richtung entfernt, desto stärker strebt der Erdmagnetismus, sie dahin zurückzuführen. Die Nadel macht also Schwingungen, deren Mitte aber nicht mehr die Lage im magnetischen Meridian selbst, sondern eine dagegen mehr oder weniger geneigte ist. Diese Mitte ist zugleich die Gleichgewichtslage von der Nadel *ns*, welche sie annimmt, wenn die Schwingungen zur Ruhe gekommen sind. Offenbar ist ihre Richtung nichts anderes, als das Resultat der Zusammensetzung der beiden Kräfte, welche an dem Platz der Nadel *ns* der Erdmagnetismus und der Magnetismus der Nadel *NS* ausüben, und die unsern Voraussetzungen zufolge um einen rechten Winkel verschiedene Richtungen haben. Nach bekannten Lehren der Statik ist also das Verhältniſs der Stärke dieser Kräfte, welches zugleich das Verhältniſs der durch sie erzeugten Drehungsmomente ist, aus dem Ablenkungswinkel bestimmbar, d. i. aus der Ungleichheit der beiden Ruhelagen von *ns*, einmal wenn beide Kräfte wirken, zweitens wenn *NS* ganz entfernt ist. Hier bietet sich nun aber noch eine wichtige Bemerkung dar. Nämlich der Ablenkungswinkel der Nadel *ns* ist von der Stärke ihrer Magnetisirung ganz unabhängig, da bei verstärkter Magnetisirung offenbar *beide* Drehungsmomente in gleichem Verhältniſs wachsen. Wir werden dadurch der sonst allerdings schwer zu erfüllenden Bedingung, daſs *ns* einen eben so starken Magnetismus trage, wie *NS*, ganz enthoben".

Bezeichnet man die Ablenkung mit v, das von der Erde auf die Nadel ausgeübte gröſste Drehungsmoment (dem für den Erdmagnetismus festgesetzten Maaſse gemäſs) mit mT, und mit F, wie früher, das vom Stabmagnetismus ($= M$) auf den Nadelmagnetismus ($= m$) aus der Entfernung $= R$ ausgeübte Drehungsmoment; so verhalten sich die von der

Erde auf die Nadel und vom Stabe auf die Nadel ausgeübten Kräfte zu einander, wie der Cosinus zum Sinus der Ablenkung v, und eben so verhalten sich die Drehungsmomente mT und F zu einander, oder es ist

$$mT : F = \cos v : \sin v,$$

d. i.

$$mT = \frac{F}{\text{tang } v}. \qquad \text{(III.)}$$

Dividirt man nun die Gleichung (II.) mit (III.), so erhält man

$$\frac{mM}{mT} = \frac{FR^3 . \text{tang } v}{2F},$$

woraus die Unabhängigkeit der Ablenkung v von dem Nadelmagnetismus m und der Gröfse des Drehungsmoments F von selbst hervorgeht, und das einfache Resultat erhalten wird

$$\frac{M}{T} = \frac{R^3 . \text{tang } v}{2} \qquad \text{(IV.)}$$

“Es reducirt sich also die Bestimmung der Intensität des Erdmagnetismus auf zwei Hauptgeschäfte.

I. Man beobachtet die Schwingungsdauer einer Nadel NS, und berechnet daraus das Drehungsmoment, welches der Erdmagnetismus auf diese Nadel ausübt.“

Dieses Drehungsmoment wird, den festgesetzten Einheiten gemäfs, durch das Product MT ausgedrückt und nach der Gleichung (I.)

$$T = \frac{C}{M . tt} \quad \text{oder} \quad MT = \frac{C}{tt}$$

berechnet, worin C das Trägheitsmoment des Stabs, mit der Zahl $\pi\pi$, d. i. 9,8696.. multiplicirt und mit der doppelten Fallhöhe für die gewählte Zeiteinheit dividirt, bezeichnet.

“II. Man hängt eine zweite Nadel ns auf, beobachtet ihre Einstellung zuerst unter dem reinen Einflufs des Erdmagnetismus, und nachher, indem NS in beträchtlicher Entfernung, so wie es die Figur zeigt, aufgelegt ist. Aus dem Unterschiede beider Stellungen oder der Ablenkung, berechnet man, welch ein Bruchtheil die Kraft der Nadel NS von der erdmagnetischen Kraft in der gewählten Entfernung ist; ein eben so grofser Bruchtheil von dem in I. gefundenen Drehungsmoment lehrt uns das Drehungsmoment kennen, welches in jener Entfernung die Nadel NS einer ihr gleichen ertheilen würde; dies Resultat mit dem Würfel der Entfernung multiplicirt, gibt das reducirte Drehungsmoment; die Quadratwurzel daraus die Kraft der Nadel NS im absoluten Maafs;

endlich die in I. gefundene Zahl mit dieser Quadratwurzel dividirt, gibt die Zahl für das absolute Maafs des Erdmagnetismus".

Der Bruchtheil, den die Kraft des Stabs auf die Nadel (in der gewählteu Entfernung R von der Nadel) von der erdmagnetischen Kraft auf die Nadel ausmacht, wird durch den Quotienten

$$\frac{F}{mT}$$

ausgedrückt und nach der Gleichung (III.)

$$mT = \frac{F}{\text{tang } v} \quad \text{oder} \quad \frac{F}{mT} = \text{tang } v$$

berechnet. Nun ist aber auch, nach der Gleichung (II.),

$$mM = \frac{FR^3}{2} \quad \text{oder} \quad \frac{F}{mT} = \frac{2M}{R^3 T}.$$

Dieser Bruchtheil von dem nach Gleichung (I.) berechneten Drehungsmomente

$$MT = \frac{C}{tt}$$

genommen, d. i.

$$\frac{2M}{R^3 T} \cdot MT = \frac{C}{tt} \cdot \text{tang } v,$$

lehrt das gröfste Drehungsmoment kennen, welches der Stab mit dem Magnetismus M aus der Entfernung R auf einen eben solchen Stab ausüben würde; denn jenes gröfste Drehungsmoment soll nach den Grundgesetzen des Magnetismus $= \frac{2MM}{R^3}$ seyn; obige Gleichung aber giebt

$$\frac{2MM}{R^3} = \frac{C}{tt} \cdot \text{tang } v.$$

Dies Resultat mit dem Würfel der Entfernung R multiplicirt, giebt das reducirte Drehungsmoment verdoppelt

$$2MM = \frac{CR^3 \text{ tang } v}{tt}.$$

Die Quadratwurzel aus der Hälfte giebt die Kraft des Stabs im absoluten Maafs

$$M = \frac{1}{t} \sqrt{\frac{CR^3 . \text{tang } v}{2}}. \qquad \text{(V.)}$$

Dividirt man endlich damit das nach Gleichung (I.) berechnete Drehungsmoment der Erde auf die Nadel

$$MT = \frac{C}{tt},$$

so erhält man

$$T = \frac{1}{t} \sqrt{\frac{2C}{R^3 \tang v}}, \qquad \text{(VI.)}$$

d. i. die Zahl für das absolute Maafs des Erdmagnetismus.

"Ohne mathematische Zeichen zu gebrauchen, schien diese Darstellung der Möglichkeit, die Stärke des Erdmagnetismus durch eine Zahl auszudrücken, die von der Individualität der benutzten Magnetnadeln völlig unabhängig ist, am leichtesten verständlich: bei der wirklichen Anwendung erscheint einiges in einer etwas verschiedenen Gestalt, die aber für das Wesen der Methode gleichgültig ist, auch sind dann noch manche Nebenumstände zu berücksichtigen. Nur über ein paar Umstände wollen wir hier noch einiges beifügen.

Man hat gesehen, dafs die den Abmessungen untergelegten Einheiten nur in einer Entfernungseinheit und einer Gewichtseinheit bestanden. Man mufs aber nicht übersehen, dafs eine Gewichtsgröfse, z. B. ein Gramm, hier nicht das Quantum ponderabler Materie bedeutete, welches diesen Namen führt, und welches überall dasselbe ist, sondern den Druck, welches dieses Quantum Materie unter dem Einflufs der Schwerkraft an dem Beobachtungsorte ausübt. Diese Schwerkraft ist aber bekanntlich an verschiedenen Orten nicht ganz gleich, und wenn wir daher den Druck eines Gramms als Gewichtseinheit wählten, so würde nach aller Strenge die Intensität des Erdmagnetismus an verschiedenen Orten nicht mit gleichem Maafse gemessen werden. Bei der grofsen Schärfe, deren die Messungen gegenwärtig fähig sind, ist es billig, diesen Unterschied nicht zu vernachlässigen. Am natürlichsten ist es, ihn dadurch zu berücksichtigen, dafs man die Schwerkraft selbst auf ein absolutes Maafs zurückführt, indem man als ihr Maafs die doppelte Fallhöhe in der gewählten Zeiteinheit, z. B. in einer Secunde, annimmt, und den Druck durch das Produkt der Masse in die Zahl, die die Schwerkraft misset, ausdrückt. Man übersieht leicht, dafs auf diese Weise andere Zahlen sowohl für die Kraft der angewandten Magnetnadel, als für die erdmagnetische Kraft hervorgehen,* deren Grundlagen anstatt

* Sie stehen zu den vorigen in demselben Verhältnifs, wie die Quadratwurzel aus der Zahl, die die Schwerkraft misset, zu der Zahl Eins.

der vorigen zwei Einheiten jetzt drei seyn werden, eine Entfernungseinheit, eine Zeiteinheit und eine Masseneinheit."

Bei der Berechnung der Zahlen M und T nach den Gleichungen (V.) und (VI.)

$$M = \frac{1}{t} \sqrt{\frac{CR^3 . \text{tang}\, v}{2}}$$

$$T = \frac{1}{t} \sqrt{\frac{2C}{R^3 \,\text{tang}\, v}},$$

war der Constanten C der Werth zugeschrieben worden

$$C = \frac{\pi\pi}{g} . K,$$

wo π die bekannte Zahl 3,14159..., g die doppelte Fallhöhe in der gewählten Zeiteinheit, K das Trägheitsmoment des schwingenden Stabs bezeichnete. Die neuen Zahlen erhält man nach denselben Gleichungen, sobald man darin C blos den Werth zuschreibt:

$$C = \pi\pi\, K$$

"Eine Hauptschwierigkeit bei Anwendung der Methode liegt noch darin, daſs das oben angeführte Gesetz (die verkehrte Proportionalität der Wirkung einer Magnetnadel zu dem Würfel der Entfernung) in zulänglicher Schärfe nur für sehr groſse Entfernungen gültig ist, in welchen die Wirkungen zu klein sind, um unmittelbar mit Schärfe beobachtet werden zu können. In mäſsigen Entfernungen machen sich die Abweichungen von dem Gesetze schon sehr merklich: allein die Theorie lehrt, daſs in diesen Abweichungen selbst wiederum Gesetzmäſsigkeit statt findet, und die Mathematik giebt Mittel an die Hand, durch Combination *mehrerer* in mäſsigen aber ungleichen Entfernungen gemachter Versuche diese Abweichungen zu erkennen, und so gut wie ganz zu eliminiren".

Der Anwendung auf die mit dem kleinen Messungsapparate gemachten, oben mitgetheilten Beobachtungen wegen, möge aus der Abhandlung: *Intensitas* etc. endlich noch kurz das nothwendige Correctionsverfahren angeführt werden, welches ein dreifaches ist, nämlich:

1) Es werden für die Ablenkungen v_0, v_1, v_2 etc. der Boussole durch das aus verschiedenen Entfernungen R_0, R_1, R_2 etc. wirkende Magnetstäbchen nicht die unmittelbaren Beobachtungswerthe, sondern folgende combinirten Werthe ge-

nommen.

$$\nu_0 = \tfrac{1}{4}(u_0 - u_0' + u_0'' - u_0''')$$
$$\nu_1 = \tfrac{1}{4}(u_1 - u_1' + u_1'' - u_1''')$$
$$\nu_2 = \tfrac{1}{4}(u_2 - u_2' + u_2'' - u_2''') \text{ etc.}$$

2) Es werden zu den genäherten Werthen von $\frac{M}{T}$, welche durch die Gleichung (IV.)

$$\frac{M}{T} = \frac{R^3 \operatorname{tang} \nu}{2}$$

erhalten werden, folgende Correctionen hinzugefügt:

Näherungswerth für $\frac{M}{T}$	*Correction*
$\frac{R_0^3 \operatorname{tang} \nu_0}{2}$	$-\frac{L}{R^0 R_0}$
$\frac{R_1^3 \operatorname{tang} \nu_1}{2}$	$-\frac{L}{R_1 R_1}$
$\frac{R_2^3 \operatorname{tang} \nu_2}{2}$ etc.	$-\frac{L}{R_2 R_2}$ etc.

3) Es werden die Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung angewandt (weil die Zahl der gemessenen Gröſsen R_0, R_1, R_2 etc. und ν_0, ν_1, ν_2 etc. gröſser ist, als zur Bestimmung der unbekannten Gröſsen L und $\frac{M}{T}$ erfordert wird), um die wahrscheinlichsten Werthe von L und $\frac{M}{T}$ hieraus zu berechnen. Diese Regeln sind folgende:

Aus den gemessenen Gröſsen R_0, R_1, R_2 etc. ν_0, ν_1, ν_2 etc. berechne man folgende Ausdrücke:

$$\frac{\operatorname{tang} \nu_0}{R_0^3} + \frac{\operatorname{tang} \nu_1}{R_1^3} + \frac{\operatorname{tang} \nu_2}{R_2^3} \text{ etc.} = A$$
$$\frac{\operatorname{tang} \nu_0}{R_0^5} + \frac{\operatorname{tang} \nu_1}{R_1^5} + \frac{\operatorname{tang} \nu_2}{R_2^5} \text{ etc.} = A'$$
$$\frac{1}{R_0^6} + \frac{1}{R_1^6} + \frac{1}{R_2^6} \text{ etc.} = B$$
$$\frac{1}{R_0^8} + \frac{1}{R_1^8} + \frac{1}{R_2^8} \text{ etc.} = B'$$
$$\frac{1}{R_0^{10}} + \frac{1}{R_1^{10}} + \frac{1}{R_2^{10}} \text{ etc.} = B'';$$

so ist der wahrscheinlichste Werth von

$$L = \tfrac{1}{2} \cdot \frac{AB' - A'B}{B'B' - BB''}$$

$$\frac{M}{T} = \tfrac{1}{2} \cdot \frac{A'B' - AB''}{B'B' - BB''} = r.$$

Mit Zuziehung der Gleichung (I.)

$$MT = \frac{C}{tt}$$

ergiebt sich dann

$$M = \frac{1}{t} \sqrt{rC} \qquad \text{(VII.)}$$

$$T = \frac{1}{t} \sqrt{\frac{C}{r}}. \qquad \text{(VIII.)}$$

Nach diesen Gesetzen und Formeln lassen sich nun auch die mit dem oben beschriebenen kleinen Messungsapparat gemachten Versuche berechnen und die Gröſse des Stab- und Erdmagnetismus in absolutem Maaſse bestimmen.

4. *Die Berechnung der mit dem beschriebenen Messungsapparat gemachten Beobachtungen nach den eben angeführten Regeln.*

Mit dem beschriebenen Messungsapparate waren 1) Ablenkungsversuche gemacht und dadurch die Werthe von $u_0 - u_0'$, $u_1 - u_1'$, $u_2 - u_2'$, $u_2'' - u_2'''$, $u_1'' - u_1'''$, $u_0'' - u_0'''$ und die zugehörigen Werthe von R, nämlich R_0, R_1, R_2, R_2, R_1, R_0 gefunden worden. Daraus lassen sich nun zunächst die Werthe von v_0, v_1, v_2 berechnen, welche den Werthen R_0, R_1, R_2 entsprechen. Daraus lassen sich wieder die Werthe von A, A', B, B', B'' ableiten; denn sie sind alle blos Functionen der 6 Gröſsen v_0, v_1, v_2, R_0, R_1, R_2. Daraus endlich läſst sich wieder der Werth von r ableiten, welcher blos eine Function der Gröſsen A, A', B, B', B'' ist. So ergiebt sich durch Rechnung der Werth von r aus den gemachten Ablenkungsversuchen. Mit dem beschriebenen Messungsapparate waren aber 2) Schwingungsversuche gemacht worden und dadurch der Werth der Schwingungsdauer t gefunden worden. Nachdem man die Werthe von r und t aus den Beobachtungen berechnet hat, genügt es für alle Zwecke, die man auf der Reise verfolgt,

$$\frac{1}{t\sqrt{r}}$$

zu berechnen; denn dieser Werth ist der Zahl proportional, welche den Erdmagnetismus nach absolutem Maaſse ausdrükt, und genügt also zur *Vergleichung* der absoluten Intensität an allen Orten, wo solche Versuche gemacht wurden: eine solche *Vergleichung* ist aber der einzige Zweck auf Reisen. Beabsichtigt man aber keine bloſse Vergleichung der absoluten Intensität an mehrern Orten, sondern die Kenntniſs der Zahl selbst, welche für jeden Ort die Intensität des Erdmagnetismus nach absolutem Maaſse ausdrückt, z. B. um für den Fall, wo dieser Messungsapparat auf der Reise verloren ginge und durch einen neuen ersetzt werden müſste, die beiden mit zwei nicht mehr vergleichbaren Apparaten gewonnenen Reihen von Resultaten vergleichbar zu machen; so braucht man blos das Trägheitsmoment des Magnetstäbchens, dessen Schwingungsdauer beobachtet worden ist, zu berechnen und die Quadratwurzel davon zu nehmen. Das Product jener Gröſse $\frac{1}{t\sqrt{r}}$ in diese Quadratwurzel und in die Zahl $\pi = 3{,}14159\ldots$ giebt den Erdmagnetismus in einer Zahl, nach absolutem Maaſse ausgedrückt. Darum ist es bequem, wenn das Stäbchen recht genau parallelepipedisch gearbeitet ist, weil man alsdann für den vorliegenden Zweck das Trägheitsmoment sogleich aus dem Gewichte p, der Länge a und der breite b des Stäbchens berechnen kann. Es ist nämlich bekannt, daſs das Quadrat $aa + bb$ der Diagonale der Oberfläche des parallelepipedischen Stäbchens, mit der Masse des Gewichts p multiplicirt und mit 12 dividirt das gesuchte Trägheitsmoment giebt, für den Fall, wo das Stäbchen im Mittelpuncte jener Fläche aufgehangen wird, daſs folglich in den Gleichungen (VII.) und (VIII.)

$$C = 9{,}8696\ldots \frac{aa + bb}{12} \cdot p$$

ist.

Vergleicht man mit diesen Formeln die oben angeführten Beobachtungen, so findet man, daſs folgende Gröſsen unmittelbar gemessen und für sie folgende Werthe gefunden worden sind:

$$u_0 - u_0' = 23^0\ 9'$$
$$u_1 - u_1' = 47^0\ 42'$$
$$u_2 - u_2' = 71^0\ 48'$$

$$u_2'' - u_2''' = 69^0\ 21'$$
$$u_1'' - u_1''' = 46^0\ 12'$$
$$u_0'' - u_0''' = 22^0\ 27'$$

$$R_0 = 450^{mm}$$
$$R_1 = 350^{mm}$$
$$R_2 = 300^{mm}$$

$$t = 6''67$$

$$a = 101^{mm}0$$
$$b = 17^{mm}5$$
$$p = 142000^{mgr}.$$

Hieraus berechnet man zunächst

$$v_0 = \tfrac{1}{4}\,(23^0\ 9' + 22^0\ 27') = 11^0\ 24'00$$
$$v_1 = \tfrac{1}{4}\,(47^0\ 42' + 46^0\ 12') = 23^0\ 28'50$$
$$v_2 = \tfrac{1}{4}\,(71^0\ 48' + 69^0\ 21') = 35^0\ 17'25$$

Legt man nun die Secunde und das Millimeter als Zeit- und Raummaafs der Rechnung zu Grunde, so berechnet man aus den gefundenen Werthen von R_0, R_1, R_2, v_0, v_1, v_2 wiederum folgende Werthe von A, A', B, B', B'', nämlich:

$$A = \frac{\text{tang}\ 11^0\ 24'}{450^3} + \frac{\text{tang}\ 23^0 28'5}{350^3} + \frac{\text{tang}\ 35^0 17'25}{300^3} = \frac{385{,}54}{10^{10}};$$

$$A' = \frac{\text{tang}\ 11^0 24'}{450^5} + \frac{\text{tang}\ 23^0 28'5}{350^5} + \frac{\text{tang}\ 35^0 17'25}{300^5} = \frac{384{,}86}{10^{15}};$$

$$B = \frac{1}{450^6} + \frac{1}{350^6} + \frac{1}{300^6} = \frac{2{,}0362}{10^{15}};$$

$$B' = \frac{1}{450^8} + \frac{1}{350^8} + \frac{1}{300^8} = \frac{2{,}0277}{10^{20}};$$

$$B'' = \frac{1}{450^{10}} + \frac{1}{350^{10}} + \frac{1}{300^{10}} = \frac{2{,}0855}{10^{25}}.$$

Hieraus wird r berechnet:

$$r = \tfrac{1}{2} \cdot \frac{385{,}54\ .\ 2{,}0855 - 384{,}86\ .\ 2{,}0277}{2{,}0362\ .\ 2{,}0855 - 2{,}0277^2} \cdot 10^5$$

oder

$$r = 8765000.$$

Endlich berechnet man aus diesem Werthe von r und dem durch die Beobachtung gefundenen Werthe von t den Werth:

$$\frac{1}{t\sqrt{r}} = \frac{1}{6{,}67\,.\sqrt{8765000}} = \frac{5{,}0641}{10^5}.$$

Diese Zahl genügt zur Vergleichung aller mit dem nämlichen Apparate gemessenen Intensitäten, wie verschieden auch der magnetische Zustand des Apparats bei ihnen seyn mochte.

Die Zahl T, welche den gemessenen Erdmagnetismus nach absolutem Maaſs ausdrückt, wird daraus gefunden, wenn man noch den Werth von C aus den Beobachtungen ableitet, und mit seiner Quadratwurzel die vorige Zahl muitiplicirt. Man berechnet aber C aus den beobachteten Werthen von a, b und p, die Masse des Milligramms zur Masseneinheit genommen,

$$C = 9{,}8696\,..\,\frac{101^2 + 17{,}5^2}{12}\,.\,142000 = 0{,}12272.\,10^{10}$$

und hieraus berechnet man T

$$T = 5{,}0641\,.\,\sqrt{0{,}12272} = 1{,}774.$$

5. *Betrachtung des gefundenen Resultats.*

Diese für die Intensität des Erdmagnetismus am 18ten Januar 1837. gefundene Zahl:

1,774

hat als ein absolutes Maaſs jener Intensität den Vortheil, mit denjenigen Zahlen unmittelbar verglichen werden zu können, welche vor mehrern Jahren, nämlich im Julius 1834, mit dem Magnetometer des Göttingischen magnetischen Observatoriums gefunden und in den Göttingischen gelehrten Anzeigen jenes Jahres, im 128sten Stücke (wo nähere Nachricht sowohl über das neu errichtete Gebäude und die darin aufgestellten Instrumente, als auch über die ersten darin ausgeführten Versuche gegeben wurde) mitgetheilt worden sind, nämlich:

17. Julius 1,7743
20. — 1,7740
21. — 1,7761

ungeachtet zwei zu gleichem Zwecke bestimmte Apparate fast nicht ungleicher und unähnlicher seyn können, als der eben beschriebene Apparat und das Magnetometer. Es ergiebt sich aus der Vergleichung, daſs der Erdmagnetismus in Göttingen

in den Jahren 1834 bis 1837 fast unverändert geblieben ist. Eben so kann diese Zahl auch mit derjenigen Zahl unmittelbar verglichen werden, welche aus den Beobachtungen mit einem dritten Apparate, der wieder von beiden vorigen ganz verschieden war, für München im Jahre 1836 April 1. abgeleitet worden ist, nämlich:

1,905

und mit der Zahl, welche in Mailand mit dem dortigen Magnetometer im October 1836 gefunden worden ist, nämlich:

2,01839.

Um die Bedeutung dieser Zahlen, deren Auffindung und eigenthümliche Anwendung uns bisher beschäftigt hat, sich leicht zu vergegenwärtigen, denke man sich eine Menge kleiner und gleicher Stahlstäbe (jeden etwa $2\frac{1}{2}$ Gramm oder $\frac{1}{6}$ Loth schwer). Ferner denke man sich eine Wage, deren Armlänge sich zu 1 Meter verhält, wie 1 Meter zur einfachen Fallhöhe in 1 Secunde (nahe 204 Millimeter) und binde einen von jenen Stahlstäben an den horizontalen Wagebalken parallel damit an, so aber, dafs das Gleichgewicht der Wage dadurch nicht gestört wird. Darauf mache man alle Stäbchen (auch das an den Wagebalken gebundene) *gleich stark magnetisch* und zwar in solchem Maafse, dafs, wenn man unter die Wage 1 Meter weit von dem angebundenen Magnetstäbchen ein anderes Magnetstäbchen vertical aufstellt, $\frac{1}{1000}$ Milligramm auf die Wageschale gelegt werden mufs, um das Gleichgewicht der Wage unverändert zu erhalten. Nachdem der Magnetismus aller Stäbchen auf diese Weise geregelt worden ist, lege man ein solches Stäbchen horizontal und rechtwinklicht gegen eine kleine Boussole, 1 Meter senkrecht unter das Centrum der Boussole, und sorge dafür, dafs, indem die Boussole von dem magnetischen Meridian abgelenkt wird, auch das Stäbchen gedrehet werde, so, dafs die rechtwinklichte gegenseitige Lage erhalten wird, und berechne endlich die Kraft, wie vieler solcher Stäbchen vereint wirken müfsten, um die Ablenkung der Boussole auf 90^0 zu bringen. Die Zahl dieser Stäbe giebt den Erdmagnetismus in Tausendtheilen seines absoluten Maafses an.

Umgekehrt darf man sich unter jener Zahl, welche den Erdmagnetismus nach seinem absoluten Maafse darstellt, die

Zahl jener Stäbchen, zu Tausenden gerechnet, vorstellen, deren Kräfte vereint werden müssen, um aus der Entfernung eines Meters eine Ablenkung der Boussole von 90° zu bewirken. Es würde zu diesem Zwecke

in *Göttingen* die Kraft von 1775 Stäben,
— *München* — — — 1905 —
— *Mailand* — — — 2018 —

vereinigt werden müssen.

6. *Ueber die Vortheile der gewählten Dimensionen des kleinen Messungsapparats.*

Zum Schlusse dieses Aufsatzes soll noch einiges über die Genauigkeit bemerkt werden, die man mit dem beschriebenen kleinen Messungsapparate in der absoluten Intensitätsmessung erreichen kann, und worauf sie beruht. Es ist schon im Eingange bemerkt worden, dafs die absolute Intensitätsmessung mit der Genauigkeit, die sie verdient, nur mit dem Magnetometer gemacht werden kann. Es bedarf daher keiner besondern Erwähnung, dafs jene Genauigkeit mit dem beschriebenen kleinen Apparate zu erreichen unmöglich ist. Um jedoch nur ein genähertes Resultat damit zu erreichen, müssen alle damit vereinbaren Vortheile benutzt werden. Die wahre Schwierigkeit einer genauen Intensitätsmessung mit andern Instrumenten als mit dem Magnetometer ist in dem Aufsatze "*Ueber Erdmagnetismus und Magnetometer*" mit folgenden Worten bezeichnet worden:

„Immer aber dürfen, wenn diese Elimination (siehe S. 79.) zulässig seyn soll, die Versuche nicht bei zu kleinen Entfernungen angestellt werden: die Wirkungen bleiben daher allemal vergleichungsweise nur kleine, zu deren scharfer Abmessung die früher gebräuchlichen Mittel bei weitem nicht zureichten. Gerade dieses Bedürfnifs hat die Darstellung eines neuen Apparats veranlafst, der wohl am schicklichsten mit dem Namen *Magnetometer* bezeichnet werden kann, da er dazu dient, alle Gröfsenbestimmungen sowohl in Beziehung auf die magnetische Kraft der Nadeln, als in Beziehung auf den Erdmagnetismus, wenigstens den horizontalen Theil desselben, mit

einer Genauigkeit auszuführen, die der Schärfe der feinsten astronomischen Bestimmungen gleich kommt. Man bestimmt damit die Richtung des Erdmagnetismus auf eine oder ein Paar Bogensecunden genau; man beobachtet Anfang und Ende einer Schwingung auf einige Hunderttheile einer Zeitsecunde sicher, also schärfer, als die Antritte der Sterne an den Fäden eines Passagen - Instruments."

Es sind also besonders zwei Umstände, von denen die Genauigkeit einer absoluten Intensitätsmessung abhängt, nämlich *erstens*, die Gröfse der hervorgebrachten Ablenkung; *zweitens*, die Feinheit der Mittel, diese Ablenkung zu messen. Bei Construction eines Apparats zu absoluten Intensitätsmessungen kann man daher im Allgemeinen zwei verschiedene Wege versuchen, man kann entweder die Vergröfserung der Ablenkung zur Hauptsache machen und dabei nur so viel wie möglich die Messungsmittel berücksichtigen, oder man kann die Feinheit der Messungsmittel zur Hauptsache machen und dabei nur so viel wie möglich die Gröfse der Ablenkungen berücksichtigen; der letztere Weg führt aber viel weiter als der erstere, aus dem Grunde, weil die Vergröfserung der Ablenkung bald eine Grenze erreicht, wegen der nothwendig zu erfüllenden Bedingung der grofsen Entfernung des Ablenkungstabs von der Magnetnadel, in Folge deren die von ihm hervorgebrachte Ablenkung allemal klein seyn wird. Verzichtet man aber von Haus aus auf die gröfste Feinheit der Messung schon dadurch, dafs man die Magnetnadel, statt sie an einem feinen Faden aufzuhängen, sich auf einer Spitze drehen läfst, wo dann die Feinheit der Messung durch die Reibung der Spitze ganz illusorisch wird; so bleibt der erstere an sich freilich viel weniger vortheilhafte Weg allein übrig und man mufs sich dann wenigstens bemühen, alle zu Gebote stehenden Verhältnisse zur möglichsten Vergröfserung der Ablenkung zu benutzen.

Die Kleinheit des beschriebenen Messungsapparats hat nun gerade diesen Zweck und soll nicht etwa blos dazu dienen, das Instrument für die Reise leicht und bequem zu machen.

Dafs wirklich die Kleinheit des Apparats eine beträchtliche Vergröfserung der Ablenkung gestatte, zeigt schon der Erfolg; denn bei den oben angeführten Versuchen waren alle zu mes-

senden Winkel gröſser als 22°. Man kann aber auch den Grund davon leicht auf folgende Weise darlegen.

1) Es wird keine *absolut* groſse Entfernung des Ablenkungsstabs von der Magnetnadel gefordert, sondern nur eine *relativ* groſse: die Entfernung soll wenigstens 3 bis 4 mal gröſser als die Länge des Ablenkungsstabs oder der Magnetnadel seyn.

2) Werden *alle* Linear-Dimensionen des Apparats (die Dimensionen der Magnete und ihre Entfernung von einander) proportional verkleinert, so bleiben die Angular-Gröſsen (zu denen die Ablenkung gehört) unverändert. Man verliert also durch eine solche proportionale Verkleinerung aller Dimensionen des Apparats nichts von der Gröſse der zu messenden Ablenkung.

3) Werden aber *nicht alle* Linear-Gröſsen des Apparats, sondern blos die Länge der Magnete und ihre Entfernung von einander proportional verkleinert, dagegen die Breite und Dicke des Ablenkungstabs gar nicht oder nur wenig vermindert, so wird die Angular-Gröſse der Ablenkung sogar vergröſsert und es fragt sich nur, wie weit diese Vergröſserung getrieben werden kann.

Die Grenze dieser Vergröſserung hängt von einem einzigen Umstande ab, nämlich von der Grenze der Breite und Dicke des Ablenkungsstabs bei gegebener Länge. Man nehme an, daſs weder Breite noch Dicke des Stabs den 8ten Theil seiner Länge übersteigen dürfe. Aus dieser durch die Erfahrung gerechtfertigten Annahme ergiebt sich, daſs man die gröſste Ablenkung durch einen Magnetstab hervorbringen werde, der eben so breit wie dick und 8 mal länger ist und aus einer 3 bis 4 mal gröſseren Entfernung, als diese Länge, auf eine höchstens eben so lange Magnetnadel wirkt.

Aus dieser Regel ergeben sich nun alle vortheilhaftesten Dimensionen des beschriebenen kleinen Messungsapparats, sobald man die Grenze der Dicke hinzufügt, welche die *Natur des Stahls* setzt.

Die Dicke des Magnetstabs darf nämlich nicht beträchtlich $12\frac{1}{2}$ Millimeter übersteigen, weil der Stahl sonst nicht gehörig durchgehärtet und durchmagnetisirt werden kann. Daraus ergeben sich die gröſsten vortheilhaften Dimensionen des Ablen-

kungsstabs, nämlich seine Breite und Dicke zu $12\frac{1}{2}$ Millimeter, seine Länge zu 100 Millimeter. Eben so ergiebt sich die gröſste vortheilhafte Länge der Magnetnadel auch zu 100 Millimeter und die kleinste brauchbare Entfernung beider von einander zu 300 Millimeter.

Nach diesen Regeln erhält man einen Apparat, wo in mittleren Breiten die kleinsten zu messenden Ablenkungen wie in den oben angeführten Versuchen über 22^0 betragen. Bei gröſseren Entfernungen von den magnetischen Polen der Erde wird diese Ablenkung zwar etwas kleiner werden, dagegen wird sie bei gröſserer Annäherung an die magnetischen Pole viel gröſser. Können sodann diese Ablenkungen bis auf den 10ten Theil eines Grads genau gemessen werden, so kann ein bis etwa auf den 200sten Theil scharfes Endresultat damit gewonnen werden, weil alle übrigen zur absoluten Intensitätsbestimmung nothwendigen Messungen mit gröſserer Schärfe gemacht werden können. Dieses Resultat bleibt nun freilich an Schärfe weit hinter dem zurück, was durch ein Magnetometer erhalten wird; doch können solche Resultate, so lange noch schärfere Bestimmungen mangeln, von groſsem Nutzen seyn.

W.

V.

Erläuterungen zu den Terminszeichnungen und den Beobachtungszahlen.

Es werden hier auf Taf. IV — IX die graphischen Darstellungen der Variationsbeobachtungen von sechs Terminen gegeben, zusammen sechsundvierzig Curven aus vierzehn verschiedenen Beobachtungsörtern: Berlin, Breda, Breslau, Catania, Freiberg, Göttingen, Haag, Leipzig, Mailand, Marburg, Messina, München, Palermo und Upsala.

Wir haben die Lithographirung der Variationsbeobachtungen mit dem Novembertermin von 1835 den Anfang nehmen lassen, weil mit demselben der Verein durch den Beitritt einiger eifrigen neuen Theilnehmer eine willkommene Verstärkung erhalten hatte: daſs dieser Termin in die gegenwärtige Lieferung mit aufgenommen ist, wird keiner weitern Rechtfertigung bedürfen. Dagegen ist die Lithographirung zweier Termine vom Jahr 1836 unterblieben, nemlich vom März und Mai: vergleichungsweise hatten sie weniger interessante Bewegungen als die beiden Termine vom Januar und Julius, zwischen welche sie fallen, dargeboten, und die Zahl von sechs Terminen, welche die Regel für die jährliche Publication sein sollte, wurde durch das Hinzukommen eines auſserordentlichen Termins im August ohnedieſs schon erreicht.

Von den Apparaten, womit die Beobachtungen angestellt sind, sind drei dem Göttingischen zwar ähnlich, aber in kleinern Dimensionen ausgeführt, nemlich der von Hrn. Doctor Wenkebach zuerst im Haag und später in Breda gebrauchte; der Reiseapparat, womit die Herren Sartorius von Waltershausen und Doctor Listing in Palermo, Catania und Messina beobachtet haben, und der schon oben S. 7 erwähnte Apparat im Berliner magnetischen Observatorium, welcher letztere übrigens in kurzen durch einen gröſsern aus der Werkstatt des Hrn. Meyerstein ersetzt werden wird. Die

übrigen Apparate in Breslau, Freiberg, Göttingen, Leipzig, Mailand, Marburg, München und Upsala sind einander ganz gleich.

Die Theilnehmer an den Beobachtungen in den hier dargestellten sechs Terminen, soweit die Namen zu unserer Kenntniſs gekommen sind, waren folgende.

In *Berlin* auſser Hrn. Prof. Encke die HH. Bremiker, Galle, Mädler, Wolfers.

In *Breslau* auſser Hrn. Prof. v. Boguslawski und dessen Sohne, die HH. Bratke, Brier, Dittrich, Höniger, Jacobi, Isaac, Klingenberg, Koch, Körber, Küntzel, Maywald, Müller, Doctor Pappenheim, Reichelt, Reisern, Ribbeck, Riemann, Roedsch, Wiedemann, Wilde.

In *Catania* die HH. Doctor Listing, Sartorius von Waltershausen und Zobel.

In *Freiberg* auſser Hrn Prof. Reich, die HH. Felgner, Neubert, Walther.

In *Göttingen* die HH. Bräſs, Lieut. Engelhard, Doctor Goldschmidt, Meyerstein, Schröter, Doctor Stern, Lieut. von Stolzenberg, Prof. Ulrich, Doctor Wappäus, Doctor E. Weber, Professor W. Weber.

Im *Haag* (im Septembertermine) auſser Hrn. Doctor Wenkebach, die HH. von Cranenburgh, Rueb, Simons.

In *Leipzig* auſser Hrn. Prof. Möbius die HH. Brandes, Faber, Hülſse, Kühne, Michaelis, Netsch, Zunck.

In *Mailand* auſser Hrn. Kreil die HH. Capelli, Stambucchi, Della Vedova.

In *Marburg* auſser Hrn. Prof. Gerling die HH. Beck, Deahna, Eichler, Fliedner, Hartert, Hartmann, Ise, Kutsch, Landgrebe, Lotz, Oppermann.

In *Messina* die HH. Doctor Listing, Sartorius von Waltershausen, Tardy.

In *München* auſser Hrn Prof. Steinheil die HH. Hierl, Lamont, Lippolt, Meggenhofen, Mielach, Pauli, Pohrt, Recht, Schleicher, Schröder, Siber, Zuccarini.

Von einigen dieser sechs Termine sind noch andere Beobachtungen in unsern Händen, die wegen zu später Einsendung

in die beim Empfang schon fertigen Lithographieen nicht mehr haben aufgenommen werden können, was um so mehr zu bedauern ist, da sie meistens recht interessante Harmonie mit den übrigen zeigen. Die Zahlen der Beobachtungen aus Upsala, vom Septembertermin 1836, welche in diesem Fall sind, findet man unten mit abgedruckt. Die Mailänder Beobachtungen vom November 1835, welche gleichfalls erst eintrafen, nachdem die Curven für die sechs andern Oerter bereits auf den Stein gezeichnet waren, sind auf demselben unten noch nachgetragen: ohne diesen Umstand hätten sie besser ihren Platz zwischen den Münchner und Palermer Beobachtungen gefunden.

Die Göttinger Beobachtungen sind unmittelbar nach den auf dem Rande angegebenen Scalentheilen eingetragen, in den meisten Terminen so, daſs die Höhe jedes Netzquadrats zu zwei Scalentheilen angenommen ist: bloſs im Januartermine 1836, der bisher unter allen Terminen die gröſsten Bewegungen dargeboten hat, muſsten, um die Höhe des Blatts nicht gar zu sehr zu vergröſsern, drei Scalentheile für jede Quadrathöhe gerechnet werden. Wachsende Zahlen bedeuten immer eine Bewegung der Nadel von der Linken zur Rechten, mithin abnehmende westliche Declinationen. Für die Beobachtungen von Breslau, Freiberg, Haag und Leipzig, wo die Scalentheile nahe dieselbe Gröſse haben wie in Göttingen, ist die Eintragung ganz nach demselben Verhältnisse gemacht, nur daſs an die Originalzahlen jedes Orts erst eine angemessene constante Aenderung angebracht wurde, um die Curven in schickliche Abstände von einander zu stellen. Für die übrigen Oerter, wo die Scalentheile bedeutend abweichende Werthe haben, wurden die Originalzahlen vorher erst noch mit einem Factor multiplicirt, der so nahe wie möglich in bequemen Zahlen das Verhältniſs zu den Göttinger Scalentheilen ausdrückt. Auf diese Art sind also die verschiedenen Curven in jedem Termine sehr nahe nach einerlei Maaſsstab gezeichnet. Nur beim Januartermin ist in dem Maaſsstab der Zeichnungen etwas gröſsere Ungleichheit, deren Veranlassung hier keine nähere Erwähnung verdient, da es hinreicht, den Maaſsstab für jede Curve zu kennen. In den drei ersten Terminen entsprechen die Quadrathöhen des Netzes folgenden Bogentheilen.

	Nov. 1835	*Jan.* 1836	*Jul.* 1836
Haag	42″01	63″01	42″01
Göttingen	42,25	63,38	42,25
Berlin			42,24
Breslau			42,40
Leipzig	41,34	63,01	41,34
Marburg	42,20	60,28	42,20
München	41,86	55,82	41,86
Mailand	40,27	60,40	41,33
Palermo	42,07		
Catania		41,56	
Messina			43,06

Für die drei letzten Termine findet sich der Werth der Scalentheile und das Verhältniſs, nach welchen sie in den Zeichnungen eingetragen sind, bei den Beobachtungszahlen.

Die Curven sind alle, wenigstens sehr nahe, nach der auf jedem Blatt oben angegebenen Göttinger mittlern Zeit gezeichnet, und es befinden sich daher gleichzeitige Bewegungen immer in einerlei Verticallinie. Bei der Wahl der Ordnung, in welcher sie unter einander gestellt sind, ist hauptsächlich das bequemste Ineinanderfügen berücksichtigt.

Ueber einige einzelne Termine sind noch verschiedene Bemerkungen beizufügen.

Am 28. November 1835 und während der folgenden Nacht wurden die Beobachtungen in Palermo durch einen überaus heftigen Siroccowind sehr gestört, so daſs sie einmahl sogar auf anderthalb Stunden unterbrochen werden muſsten: zu vielen Sätzen konnten nur einzelne unzuverlässige Bestimmungen erhalten werden. Es ist daher zu vermuthen, daſs viele der sich ergebenden Schwankungen keine reell magnetische Bewegungen gewesen sind. Wir haben indessen doch diese Curve nicht ausschlieſsen wollen, da der letzte Theil, vom Vormittage des 29. November, wo der Sturm sich ziemlich gelegt hatte, eine ganz befriedigende Harmonie mit den nördlichern Beobachtungsorten zeigt.

Es mag bei dieser Gelegenheit hier noch bemerkt werden, daſs nach allen sonstigen Erfahrungen die heftigsten Sturmwinde ohne alle Wirkung auf die Magnetnadel sind, wenn nur durch Dichtigkeit des Locals und Kastens ihr unmittelbarer mechanischer Einfluſs hinlänglich abgewehrt ist. Sehr oft ist

im Göttinger magnetischen Observatorium während des heftigsten Sturmes von aufsen ein äufserst ruhiges Verhalten der Nadel oder ein sehr gleichförmiges Fortschreiten der Variation beobachtet. Wer jedoch nach solchen Erfahrungen gerade umgekehrt vermuthen wollte, dafs Stürme in der Atmosphäre den magnetischen Potenzen lähmend entgegenwirkten, würde durch den Hergang des Januartermins 1836 widerlegt werden. Während dieses Termins herrschte in Göttingen und an mehrern andern Beobachtungsorten ein sehr heftiger Sturm, und mehrere auswärtige Beobachter äufserten bei der Einsendung der Resultate die Besorgnifs, dafs diesmahl jenes Umstandes wegen wohl eine geringe Uebereinstimmung in den ungemein starken Bewegungen Statt finden werde: gleichwohl war in diesem Termine, wie die Darstellung auf Tafel V. zeigt, die Harmonie der Curven von den verschiedenen Beobachtungsorten so vollkommen, dafs man sie bewunderungswürdig nennen müfste, wenn sie nicht nach so vielen Erfahrungen etwas Gewohntes geworden wäre. Eben so wenig wie Stürme, haben Gewitter, selbst wenn sie nahe waren, nach mehrern hier und an andern Orten vorgekommenen Erfahrungen, einen erkennbaren Einflufs auf die Magnetnadel gezeigt *).

Ein im August 1836 eingelaufenes Schreiben des Hrn. von Humboldt, enthielt die Nachricht, dafs vom 10 — 18. August zu Reikiavik auf Island die magnetische Variation durch einen geübten französischen Astronomen Hrn. Lottin mit einem Gambeyschen Apparat ununterbrochen von Viertelstunde zu Viertelstunde beobachtet werden würde, und den Wunsch, dafs an einem oder einigen jener Tage correspondirende Beobachtungen mit Magnetometern gemacht werden möchten. Es wurde dem zu Folge ein aufserordentlicher Termin auf den 17 — 18 August veranstaltet, und so viel die Kürze der Zeit verstattete, auswärtige Mitglieder unsers Vereins zur Theilnahme eingeladen. Dieser aufserordentliche Termin ist in Upsala, Haag, Göttingen, Berlin, Leipzig und München ganz auf die in den ordentlichen Terminen eingeführte Art abgehalten, und wenn

*) Natürlich ist hier nicht die Rede von dem Falle, wo die atmosphärische Elektricität vermittelst eines Zuleitungsdrahts durch einen die Nadel umgebenden Multiplicator zur Erde geführt wird.

die auf Tafel VII. graphisch dargestellten Beobachtungen recht interessante Bewegungen zeigen, so müssen wir nur bedauern, daſs der oben auf dieser Tafel für die französischen Isländer Beobachtungen offen gehaltene Platz hat leer bleiben müssen, da wir über den Erfolg dieser französischen Beobachtungen Nichts haben in Erfahrung bringen können.

Der Septembertermin bietet eine Erfahrung dar, die hier etwas ausführlich erwähnt werden mag, da sie das oben S. 45. bemerkte auf eine lehrreiche Weise bestätigt. Im Protokoll der Marburger Beobachtungen, die dasmahl in Abwesenheit des Hrn. Prof. Gerling ohne dessen persönliche Theilnahme ausgeführt waren, fanden sich für $12^h 5'$ nur ganz unordentlich laufende Zahlen aufgeführt, die gar kein Resultat geben; für $12^h 10'$ erscheint auf einmahl eine um 30, 54 Scalentheile gröſsere Zahl, als für $12^h 0'$ (vergl. die numerischen Angaben für diesen Termin). Diese Erscheinung erregte die Vermuthung, daſs um die Zeit $12^h 5'$ eine Spinne die freie Bewegung der Nadel durch Anknüpfung eines Fadens gehemmt habe, und diese Vermuthung erhielt noch eine verstärkte Wahrscheinlichkeit durch den Umstand, daſs von $12^h 10'$ bis zu Ende die Bewegungen der Nadel zwar denen, welche die Beobachtungen von andern Orten ergaben, ganz ähnlich, aber verhältniſsmäſsig viel kleiner hervortraten, als man nach den Erfahrungen aus andern Terminen hätte erwarten müssen. Hr. Prof. Gerling wurde deshalb gebeten, nach seiner Zurückkunft nach Marburg eine genaue Besichtigung des Apparats vorzunehmen, wovon das Resultat aus einem Schreiben des Hrn. Prof. Gerling vom 12. November hier noch beigefügt werden mag.

Die Untersuchung wurde am 5. November vorgenommen, bis wohin seit dem Septembertermine Niemand wieder in das Beobachtungszimmer gekommen war. Zuerst wurde der Stand der Nadel bestimmt und gefunden

$3^h 33'$ .... 445,63 Scalentheile
35 445,73
37 .... 445,71.

Hierauf wurde die Nadel mit Hülfe des sogen. Beruhigungsstabes in mäſsige Schwingungen versetzt, und daraus eine Schwingungsdauer von 17 Secunden gefunden, neun Secunden

geringer als die sonst bekannte Schwingungsdauer. Als darauf der Deckel des Kastens vorsichtig abgehoben wurde, bemerkte man an dessen unteren Fläche eine sehr kleine lebendige Spinne; auch glaubte man einen daran hängenden, wiewohl kaum bemerkbaren Faden zu gewahren: man fand ferner im Kasten eine Anzahl kleiner schwarzer punktartiger Körper, die sich unter dem Mikroskop als Mückencadaver erwiesen, imgleichen zuletzt in einer Ecke des Kastens ein förmliches unversehrtes Gewebe, von solcher Feinheit, daſs es ohne den Wiederschein der Lichter schwerlich erkennbar gewesen wäre. Nach allen Umständen konnte man nur annehmen, daſs die Spinne schon seit längerer Zeit ihren Aufenthalt im Kasten gehabt habe.

Nachdem dann noch der Magnetstab auf allen Seiten mit dem Finger umfahren war, ergaben neue Beobachtungen der Schwingungsdauer genau wieder den alten Werth von 26 Secunden. Auch fand sich der Stand wieder bedeutend kleiner wie vorher, nemlich

$4^h\,43'$ .... 431,15 Scalentheile
45 431,46
47 .... 431,12.

Indessen können natürlich diese Standbeobachtungen zu einer genauen Bestimmung, um wieviel die Stellung durch das jetzt weggeschaffte Hinderniſs verfälscht gewesen war, nicht dienen, da die etwanige Veränderung der Declination während der mehr als eine Stunde betragenden Zwischenzeit unbekannt blieb.

Uebrigens ist in unsrer graphischen Darstellung die zweite Hälfte der Marburger Curve um 40 Scalentheile (nemlich reducirte, welche 28 Marburger Scalentheilen entsprechen) niedriger gezeichnet als die erste.

Bei dieser Gelegenheit mag hier noch ein zweiter Vorfall ähnlicher Art erwähnt werden. Die Schwingungsdauer des Magnetstabes in Breslau, welche im März 1836 beinahe 32 Secunden betrug, hatte von da bis zum November ganz allmählich sich vergröſsert, und während dieser Zeit zusammen um etwa 0″4 zugenommen. Dieſs ist ganz in der Ordnung, da alle Magnetstäbe (wenn gleich nach Maaſsgabe der ungleichen Härtung des Stahls und anderer Umstände, in sehr ungleichen Verhältnissen) im Laufe der Zeit etwas von ihrer

Kraft verlieren. Allein vom November 1836 bis Januar 1837 *) hatte im Gegentheil wieder eine Abnahme der Schwingungsdauer von 1″27 Statt gefunden, und Hr. Prof. von Boguslawski, welcher mir diesen auffallenden Umstand in einem Schreiben vom 5. März anzeigte, schien geneigt, diefs zum Theil auf eine vergröfserte Intensität des Erdmagnetismus zu schieben. Mir jedoch schien nicht zweifelhaft, dafs der Grund dieses Phänomens in der nächsten Umgebung des Magnetstabs gesucht werden müsse, wahrscheinlich in nicht ganz freier Beweglichkeit desselben, obwohl von einem Spinnefaden in Gemäfsheit der Marburger Erfahrungen eher eine bedeutend stärkere Wirkung zu erwarten gewesen sei. Diese Vermuthung fand auch Hr. von Boguslawski bestätigt. Unter dem 21. März erwiederte er: „Die Ursache der Aenderung der Schwin-„gungsdauer haben Sie richtig errathen. Der Kasten war „durch Zufall etwas seitwärts geschoben, so dafs der Rand „des kleinen Loches, durch welches der Faden von oben „eintritt, dem letztern nahe gekommen war, jedoch keineswegs „bis zur Berührung. Dennoch müssen einige feine Fasern bis „zum Rande gereicht haben, denn seitdem der Faden wieder „durch die Mitte des Loches geht, ist auch die Schwingungs-„dauer wieder nahe dieselbe wie früher.“

Ueber die Bewegungen selbst, die hier aus sechs Terminen dargestellt werden, mögen einige Bemerkungen hier noch Platz finden.

In den drei Sommerterminen Tafel VI, VII und VIII sieht man durch alle grofsen Anomalieen doch auch die tägliche regelmäfsige Bewegung durchscheinen, in so fern die Curven in den Nachmittagsstunden aufsteigen, und in den folgenden Vormittagsstunden niedersteigen; in den drei Winterterminen hingegen, Tafel IV, V und IX, ist davon kaum noch etwas zu erkennen. Dafs das Regelmäfsige von dem Unregelmäfsigen überragt wird, oder ganz darin untergeht, ist in der That nach allen unsern Erfahrungen ein sehr gewöhnlicher Hergang: es sind jedoch in den Jahren 1834 und 1835 auch einige Termine vorgekommen, wo der regelmäfsige Gang durch

*) Vermuthlich waren in der *Zwischenzeit* keine Bestimmungen der Schwingungsdauer gemacht.

gar keine gröſsere Anomalieen verdunkelt wurde, während kleine nie fehlten.

Was aber die anomalen Bewegungen so merkwürdig macht, ist die auſserordentlich groſse, gewöhnlich bis auf die kleinsten Nüancen sich erstreckende Uebereinstimmung an verschiedenen Orten, ja meistens an sämmtlichen Orten, nur in ungleichen Gröſsenverhältnissen. Es würde ganz unnöthig sein, diese Harmonie im Einzelnen nachzuweisen: der Anblick unserer sechs Terminsdarstellungen spricht hier schon hinlänglich für sich selbst.

Für jetzt kann es noch gar nicht unser Beruf sein, diese räthselhafte Hieroglyphenschrift der Natur zu entzifern: wir müssen vorerst unser Bestreben nur sein lassen, Abschriften von dem was sich darbietet zu sammeln, und denselben immer mehr Zuverlässigkeit, Treue und Mannigfaltigkeit zu verschaffen: reichem Stoff wird, wie wir zuversichtlich hoffen dürfen, dereinst auch die Entziferung nicht fehlen. Inzwischen wird es verstattet sein, einige Bemerkungen beizufügen, die zu einer richtigern Beurtheilung beitragen können.

Zuvörderst darf nicht vergessen werden, daſs alle solche Anomalieen vergleichungsweise nur geringe Abänderungen oder Zusätze zu der groſsen erdmagnetischen Kraft sind (oder genau zu reden zu dem horizontalen Theile derselben); daſs wir zwischen jenen und dieser wohl unterscheiden müssen, und daſs, wie die Sache bis jetzt steht, Nichts uns nöthigt, beide gleichen oder gleichartigen Ursachen zuzuschreiben. Immerhin mag man es für wahrscheinlich halten — was wir ganz auf sich beruhen lassen — daſs jene Anomalieen Wirkungen von elektrischen Strömungen oder Ausgleichungen, vielleicht weit auſserhalb der Atmosphäre, sein können: man braucht deshalb doch die ältere Vorstellung noch nicht fahren zu lassen, daſs die Hauptkraft in dem festen Theile des Erdkörpers selbst ihren Sitz habe, oder vielmehr die Gesammtwirkung aller magnetisirten Theile des Erdkörpers sei. Wäre, nach der Meinung einiger Naturforscher, das Innere der Erde noch in flüssigem Zustande, so böte die immer fortschreitende Erhärtung und die daraus folgende Verdickung der festen Erdrinde die natürlichste Erklärung der Säcularänderungen der magnetischen Kraft dar.

Wir verlassen jedoch lieber den lockern Boden der Hypothesen, und kehren zu den Thatsachen zurück. Bei weiten die meisten Anomalieen finden wir kleiner an den südlichern Beobachtungsorten, gröſser an den nordlichern. So beträgt z. B. das merkwürdige Aufsteigen am 30. Januar 1836 zwischen $9^h 25'$ und $9^h 40'$, auf Bogentheile reducirt in Catania 6, in Mailand 12, in München 13½, in Leipzig 16, in Marburg 20, in Göttingen 26, im Haag 29 Minuten. Von dieser Ungleichheit ist nun zwar etwas abzurechnen wegen des Umstandes, daſs an den nordlichern Punkten, wo der horizontale Theil der erdmagnetischen Kraft selbst eine geringere Intensität hat, als an den südlichern, gleiche störende Kräfte eine stärkere Wirkung hervorbringen müssen als an den letztern: allein der Unterschied der Intensitäten vom Haag bis Catania ist im Vergleich mit den beobachteten Ungleichheiten nur gering, und es steht also fest, daſs die Energie der damaligen störenden Kraft desto schwächer war, je weiter nach Süden wir ihre Wirkung verfolgen. Bei aller Unwissenheit, in der wir uns in Beziehung auf das Wesen solcher störenden Kräfte befinden, können wir doch nicht zweifelhaft sein, daſs die Quelle einer jeden irgendwo im Raume ihren bestimmten Sitz haben müsse, und so wie wir den Sitz von derjenigen, welche die erwähnten Erscheinungen hervorbrachte, nothwendig nordlich oder nordwestlich von den Beobachtungsorten annehmen müssen (ohne nach so wenigen Datis eine nähere Bestimmung zu wagen), so scheinen überhaupt die nordlichsten Gegenden der Hauptheerd zu sein, von wo die meisten und die gröſsten Wirkungen ausgehen, so weit man nemlich auf Erfahrungen aus einem gegen die ganze Erdfläche doch nur kleinen Umkreise schon derartige Folgerungen stützen darf.

Betrachtet man den bis jetzt vorliegenden Stoff genauer, so finden sich doch bei den verschiedenen Bewegungen, die nach einander vorkommen, rücksichtlich ihrer Gröſsenverhältnisse an verschiedenen Orten, auch wenn sonst die Aehnlichkeit ganz unverkennbar ist, bedeutende Verschiedenheiten: so ist z. B. oft von zwei kurz nach einander folgenden Hervorragungen an einem Orte die erste die gröſsere, an einem andern Orte umgekehrt. Wir werden daher genöthigt, anzunehmen, daſs an demselben Tage und in derselben Stunde viele Kräfte

zugleich thätig sind, die vielleicht ganz von einander unabhängig sein, sehr verschiedene Sitze haben, und deren Wirkungen an verschiedenen Beobachtungsörtern nach Maafsgabe der Lage und Entfernung in sehr ungleichen Verhältnissen sich vermengen, oder, indem die eine zu wirken anfängt, bevor die andere aufgehört hat, in einander eingreifen können. Die Lösung der Verwicklungen, welche dadurch in die Erscheinungen an jedem einzelnen Orte kommen, wird unstreitig sehr schwer sein: gleichwohl dürfen wir zuversichtlich hoffen, dafs diese Schwierigkeiten nicht immer unüberwindlich bleiben werden, wenn die Theilnahme an den gleichzeitigen Beobachtungen eine noch viel ausgedehntere Verbreitung erhalten haben wird. Es wird der Triumph der Wissenschaft sein, wenn es dereinst gelingt, das bunte Gewirre der Erscheinungen zu ordnen, die *einzelnen* Kräfte, von denen sie das zusammengesetzte Resultat sind, auseinander zu legen, und einer jeden Sitz und Maafs nachzuweisen.

Nicht ganz selten findet man auch bei einzelnen Orten eine kleine Aufwallung, wozu an den übrigen Orten sich kein Gegenstück erkennen läfst. Es würde aber zu gewagt sein, dergleichen sofort für eine blofs locale magnetische Einwirkung zu erklären. Bei einer so grofsen Menge von Zahlen kann in der That zuweilen einmahl ein Irrthum vorgefallen sein. Oefters sind uns solche Fälle vorgekommen, wo das Nachsehen der Originalbeobachtungen, wenn dieselben in unsern Händen waren, einen Rechnungsfehler in der Reduction oder einen offenbaren Schreibfehler erkennen liefs. Zuweilen hat in ähnlichen Fällen, wo wir aber nur den Auszug aus den Beobachtungen zu Händen hatten, die Anzeige eines solchen Verdachts bei dem Einsender einen gleichen Erfolg gehabt. Da jedoch unthunlich ist, alle dergleichen Fälle immer erst durch Briefwechsel zu discutiren, so werden diejenigen Theilnehmer, welche nicht die Originalbeobachtungen selbst einsenden, in Beziehung auf solche Stellen in den ihre Beobachtungen darstellenden Curven, wie z. B. bei Leipzig am 26. November 1836 für $6^h 15'$ Göttinger Zeit, die Originalbeobachtungen selbst nachzusehen Anlafs nehmen können: Berichtigungen, die auf solche Art hervorgehen, sollen dann nachträglich angezeigt werden. Völlige Gewifsheit hat man jedoch in Beziehung

auf solche Stellen, die nur auf Einem Beobachtungssatze beruhen, auch dann noch nicht, wenn die Originalpapiere keinen Fehler bestimmt nachweisen, da es auch einem nicht ganz ungeübten Beobachter wohl einmahl begegnen kann, in demselben Satze wiederholt unrichtige Zehner der Scalentheile niederzuschreiben. Durch eine solche, freilich etwas gewagte Conjectur würde sich z. B. die oben bemerkte Zahl von 11,69 auf 6,69 bringen, also in die übrigen hereintretend machen lassen.

Für local im *engsten* Sinn würde man übrigens eine solche isolirte Aufwallung, auch wo die Thatsache keinem Zweifel mehr unterliegt, immer noch nicht halten dürfen. Wie die Quelle jeder Anomalie irgendwo ihren Sitz haben mufs, so kann von dieser oder jener der Sitz auch einmahl in der Nähe eines der Beobachtungsörter selbst sein: ist eine solche Kraft an sich nur schwach, so kann ihre Wirkung an dem nächsten Orte, eben wegen der Nähe, augenfällig sein, und verschwindend (d. i. uns nicht mehr erkennbar) an allen übrigen Orten, *wo beobachtet wird*, eben weil diese schon *zu* entfernt sind. Es scheint daher, bis jetzt wenigstens, gar kein Grund vorhanden zu sein, unter den Anomalieen andere als quantitative Verschiedenheiten anzunehmen. Zugleich aber knüpft sich hieran die Folgerung, dafs es in manchen Fällen sehr nützlich sein kann, wenn zwei oder mehrere Beobachtungsörter in nur mäfsiger Entfernung von einander liegen. Es wäre z. B. recht erwünscht gewesen, wenn in Augsburg (wo jetzt regelmäfsig Theil an den Terminsbeobachtungen genommen wird) schon der Septembertermin 1836 beobachtet wäre; sehr wahrscheinlich hätte sich dann über die zwar an den meisten Orten durchscheinende, aber in München auffallend gröfsere Bewegung um $2^h 10'$ schon mit mehr Sicherheit urtheilen lassen, als jetzt möglich ist.

Aufser den graphischen Darstellungen der sechs Termine werden hier auch noch von den drei letzten die Beobachtungen selbst in Zahlen mitgetheilt: in Zukunft werden sie immer von sämmtlichen Terminen abgedruckt werden.

Die Beobachtungen der einzelnen Oerter stehen hier so neben einander, wie sie sehr nahe gleichzeitig sind.

Die erste Columne der Tafel mit der Ueberschrift Göttin-

ger m. Zeit, enthält, genau genommen nur die Zeit der Göttinger Uhr, welcher die Göttinger Beobachtungen entsprechen. Was dazu addirt werden muſs, um die genauen Göttinger mittlern Zeiten zu erhalten, denen die Beobachtungen der einzelnen Oerter entsprechen, findet man, so weit die auswärtigen Beobachter ihren Uhrstand angezeigt haben, auf der ersten Seite.

Mit den Beobachtungszahlen jedes Orts ist erst eine Veränderung vorgenommen, die zur Erleichterung der Uebersicht dienen wird. Die Kenntniſs der absoluten Scalentheile hat, weil der Platz des Nullpunkts auf der Scale etwas ganz willkührliches ist, für die Leser kein Interesse: statt jener sind daher die Differenzen von der in jedem Termin vorgekommenen westlichsten Stellung angesetzt. Bei Göttingen und den meisten andern Orten ist also der jedesmahl kleinste Scalentheil von den übrigen abgezogen. Es war z. B. im Augusttermine zu Göttingen der kleinste Stand 828,48 um 2h 5′; in der Tafel findet man daher neben dieser Zeit 0, so wie, anstatt der oben S. 38 und 41 als Beispiele vorgekommenen Zahlen, nemlich

für		
10h 20′	871,35	hier 42,87
15 25	862,82	 34,34
30	867,16	 38,68
35	872,32	 43,84

Daſs bei denjenigen Beobachtungsörtern, wo die Scalentheile im entgegengesetzten Sinn laufen, gerade umgekehrt die einzelnen Beobachtungszahlen von der gröſsten vorgekommenen subtrahirt werden muſsten, versteht sich von selbst.

Solche Zwischenbeobachtungen, wie die oben S. 44 erwähnten, sind weggelassen, da sie bisher nur in Göttingen vorkommen.

Ueber jeder Columne findet man den Werth der Scalentheile in Secunden, und unter jeder Columne das Verhältniſs, nach welchen sie in den graphischen Darstellungen gezeichnet sind.

Nur für Göttingen und Berlin sind bisher die Mittel zur Verwandlung der Scalentheile in absolute Declinationen vorhanden; man findet diejenige, die in jedem Termin dem 0 der Tafel entspricht, oder die gröſste in jedem Termin vorgekommene absolute Declination, auf der ersten Seite.

Zum Schlufs mögen hier noch einige in den Tafeln bemerkte Druckfehler angezeigt werden.

Die Correction der Uhrzeit für Berlin am 17. und 18. August ist nicht $+ 3' 5''2$ und $+ 3' 12''7$, sondern $+ 0' 5''2$ und $+ 0' 12''7$.

Der Werth der Scalentheile in Marburg ist nicht 29″68, sondern 30″14 und in Breslau nicht 21″13, sondern 21″20.

Die Variation in Berlin am 17. August für $21^h 35'$ ist nicht 41,27, sondern 31,27.

Auf der zweiten Seite des Novembertermins ist in der Columne für Leipzig die oberste Zahl 4,83 durch Versehen zweimahl, dann alle folgenden um eine Stelle zu tief gesetzt, und die letzte ausgefallen. Es gilt also 4,95 für $4^h 5'$ u. s. f., so wie zuletzt 13,49 für $7^h 50'$ und 13,81 für $7^h 55'$.

Auf der Steindrucktafel IV ist anstatt der untersten Scalenzahl 585 zu setzen 580.

G.

Verbesserungen.

S. 7. Z. 12. statt der gröfsern l. den gröfsern.
S. 16. Z. 12. statt dieser l. dieses.
S. 48. Z. 5. v. u. statt vernehmen l. vornehmen.

Variationen
der
Declination.
1836.

August 17: Upsala, Haag, Göttingen, Berlin, Leipzig, München.

September 24: Upsala, Haag, Göttingen, Berlin, Breslau, Leipzig, Marburg, München, Mailand.

November 26: Upsala, Breda, Göttingen, Breslau, Freiberg, Leipzig, Marburg, München, Mailand.

Stand der Uhren

gegen Göttinger mittlere Zeit.

		Stand d. Uhr		Gött.m.Z.		Stand d. Uhr		Gött.m.Z.
Upsala:	Aug. 17.	0h 0′	+	1″0	Aug. 18.	0h 0′	—	9″0
	Sept. 24.	0h 0′	+	8″6	Sept. 25.	0h 0′	+	9″5
	Nov. 26.	0h 0′	+	0″7				
	neu gestellt							
	Nov. 26.	2h 40′	+	3″5	Nov. 27.	0h 0′	—	13″5
Göttingen:	Aug. 17.	0h 0′	—	1″4	Aug. 18.	0h 0′	+	1″2
	Sept. 24.	0h 0′	—	0″2	Sept. 25.	0h 0′	+	1″6
	Nov. 26.	0h 0′	—	1″7	Nov. 27.	0h 0′	+	1″6
Berlin:	Aug. 17.	0h 0′	+	3′5″2	Aug. 18.	0h 0′	+	3′12″7
	Sept. 24.	0h 0′	+	5″4	Sept. 25.	0h 0′	+	7″8
Leipzig:	Aug. 17.	0h 0′	+	1′27″2				
München:	Aug. 17.	0h 0′	—	33″2	Aug. 17.	9h 35′	+	26″8
	Aug. 17.	9h 40′	+	1′36″1	Aug. 18.	0h 0′	+	2′28″9
	Sept. 24.	0h 0′	+	1′14″1	Sept. 25.	0h 0′	+	49″5
	Nov. 26.	0h 0′	—	2′41″7	Nov. 27.	0h 0′	—	2′34″6
Mailand:	Sept. 24.	0h 0′	—	6″0	Sept. 25.	0h 0′	—	1′2″0

Gröſste absolute Declination.

Göttingen:	Aug. 17.	2h 5′	18° 42′ 30″1	westlich
	Sept. 24.	1h 15′	18° 42′ 38″1	—
	Nov. 26.	0h 5′	18° 36′ 28″9	—
Berlin:	Aug. 17.	1h 55′	17° 3′ 52″7	—
	Sept. 24.	1h 15′	17° 6′ 50″8	—

Berechnung der Variationen.

Die Zahl der in den Columnen der folgenden Tafeln angegebenen Scalentheile mit dem in der Überschrift der Columne bemerkten Werthe eines Scalentheils multiplicirt giebt die östliche Variation.

Anmerkung.

Unter den Columnen der folgenden Tafeln sind die Verhältnisse angegeben, nach denen die verschiedenen Scalentheile in der Zeichnung eingetragen worden sind.

Gött. m. Z.	Upsala	Haag	Göttingen	Berlin	Leipzig	München
	17″83	21″00	21″13	25″34	20″67	13″95
23h50′	—	—	—	10,90	—	—
55	—	22,6	—	13,01	—	—
0h 0	18,15	24,7	21,25	12,70	17,25	—
5	15,75	22,0	17,66	9,95	14,11	35,85
10	12,46	20,3	15,54	8,25	12,18	33,48
15	9,50	18,6	14,03	6,90	11,02	31,68
20	7,93	16,1	12,62	5,53	9,91	28,87
25	5,72	15,9	13,12	5,86	10,50	29,41
30	4,65	15,4	12,31	5,62	9,65	28,76
35	3,82	13,4	11,09	4,88	8,39	26,38
40	1,49	11,6	9,38	3,50	7,98	24,41
45	1,48	10,9	9,96	4,70	8,84	24,45
50	2,42	11,7	9,72	4,50	7,97	22,82
55	2,74	11,2	10,56	4,78	8,47	22,90
1h0	1,99	11,4	10,46	4,43	7,83	22,11
5	4,36	11,7	11,32	5,16	8,54	23,11
10	2,68	9,6	7,69	3,69	8,17	18,21
15	0,64	7,0	5,87	2,51	5,70	15,37
20	2,49	8,2	7,82	2,99	6,12	15,53
25	3,49	10,0	10,34	4,09	7,01	17,28
30	4,96	9,6	10,32	4,23	6,48	16,89
35	2,52	6,6	11,60	2,54	4,41	12,16
40	0,00	3,9	8,34	0,96	2,42	7,34
45	2,22	2,1	2,15	0,16	1,96	4,30
50	0,16	1,1	2,33	0,40	0,00	2,84
55	1,90	0,7	2,49	0,00	0,85	1,76
2h0	1,05	0,3	2,11	0,20	1,09	0,97
5	4,67	0,0	0,00	0,50	1,38	2,53
10	5,33	1,4	4,80	1,60	1,76	2,48
15	6,19	1,8	5,65	2,10	2,16	2,27
20	10,13	1,1	4,58	2,00	2,67	3,27
25	11,79	2,2	5,15	2,61	3,25	3,24
30	10,53	1,8	4,52	2,58	3,73	2,63
35	10,43	1,2	3,07	2,14	4,43	0,00
40	11,36	0,2	3,87	2,26	5,24	0,31
45	15,04	0,4	5,74	3,19	5,98	3,17
50	19,36	3,0	7,91	5,37	7,15	7,91
55	20,40	7,1	11,35	7,50	8,68	12,35
3h0	25,54	8,5	14,02	9,86	10,63	16,98
5	22,88	9,2	14,01	10,23	10,40	18,04
10	17,54	7,6	10,96	8,37	9,35	17,14
15	18,59	5,7	10,05	8,81	11,42	18,08
20	18,80	7,4	11,96	9,55	11,27	19,21
25	22,28	9,2	15,06	11,56	13,07	23,04
30	23,89	10,9	17,16	13,69	14,46	30,99
35	23,01	11,2	17,66	14,55	15,66	28,84
40	23,30	11,7	20,26	15,86	17,36	32,32
45	23,32	11,0	19,24	15,38	17,31	32,49
50	25,92	11,5	20,54	17,20	19,77	35,98
55	28,41	16,7	25,16	20,23	22,56	41,22
	$\frac{5}{6}$	1	1	$\frac{6}{5}$	1	$\frac{2}{3}$

Gött. m. Z.	Upsala	Haag	Göttingen	Berlin	Leipzig	München
	17″83	21″00	21″13	25″34	20″67	13″95
4h 0′	30,09	19,8	27,88	21,27	23,91	44,47
5	31,62	20,4	28,88	22,28	24,16	47,23
10	27,87	20,1	29,04	22,56	25,06	48,65
15	26,10	21,2	28,57	22,03	25,04	49,56
20	26,38	21,0	28,44	21,70	25,29	50,23
25	29,08	20,7	28,74	22,07	26,14	51,87
30	31,78	21,6	29,66	22,94	26,90	53,70
35	31,33	23,9	31,36	24,06	28,33	56.63
40	34,08	25,0	32,62	25,11	29,13	58,54
45	38,04	23,5	32,86	26,56	31,45	61,70
50	41,26	26,6	37,38	28,59	33,25	65,20
55	41,77	28,1	38,71	29,52	34,47	67,50
5h 0	43,78	30,4	40,81	30,47	36,03	71,48
5	44,27	30,5	40,22	30,48	36,80	72,33
10	41,24	29,5	38,07	29,26	36,29	71,01
15	35,76	28,0	35,88	27,71	35,15	70,24
20	29,02	28,1	35,40	26,44	33,63	69,08
25	23,29	23,6	27,50	22,30	28,90	61,69
30	23,29	17,3	25,16	21,13	28,94	61,97
35	26,13	20,7	28,34	22,29	30,26	64,05
40	31,80	24,3	32,46	25,05	32,92	68,97
45	34,35	25,5	34,46	26,18	33,80	70,93
50	37,25	28,9	37.84	28,30	35,50	74,31
55	38,58	29,6	38,69	29,16	37,09	76,73
6h 0	39,33	32,2	40,36	29,88	37,59	78,69
5	37,00	31,5	38,46	29,27	36,83	77,64
10	37,86	31,7	—	29,27	37,50	78,82
15	37,64	31,7	38,39	29,33	37,51	78,71
20	38,36	34,0	40,42	30,69	38,49	80,40
25	38,60	34,6	40,66	30,55	83,89	81,15
30	40,23	34,8	40,32	29,45	39,11	80,75
35	41,98	36,4	41,85	30,19	39,77	81,91
40	42,76	39,1	43,28	32,77	40,53	83,70
45	43,03	39,2	42,66	31,53	39,91	82,71
50	42,33	39,3	42,31	31,36	39,47	82,19
55	41,03	38,8	40,92	29,97	38,48	81,03
7h 0	37,91	37,5	38,56	29,30	37,10	78,82
5	35,09	36,7	36,66	27,40	35,69	76,79
10	31,33	34,3	34,15	26,00	34,51	74,41
15	33,81	33,8	35,12	28,06	35,69	76,14
20	37,21	34,7	37,46	28,64	37,80	78,67
25	41,51	35,2	39,70	31,12	40,03	82,56
30	43,23	36,9	41,47	31,93	40,72	84,26
35	36,39	26,9	39,55	31,24	39,13	84,84
40	37,81	38,3	41,12	31,05	40,36	85,92
45	46,96	38,5	44,80	33,05	43,09	90,39
50	57,29	40,6	47,91	36,77	46,65	95,27
55	46,50	44,2	47,46	35,62	44,08	94,09
	$\frac{5}{6}$	1	1	$\frac{6}{5}$	1	$\frac{2}{3}$

Gött. m. Z.	Upsala 17″83	Haag 21″00	Göttingen 12″23	Berlin 25″34	Leipzig 20″67	München 13″95
8h 0′	34,40	40,4	43,65	31,18	40,12	88,79
5	34,58	36,9	41,17	29,78	39,52	86,89
10	35,83	35,0	40,03	28,65	38,98	85,80
15	36,14	35,0	40,26	28,59	38,79	85,52
20	36,61	34,3	40,21	28,80	38,39	84,90
25	34,97	33,9	39,36	28,42	37,49	84,09
30	33,89	34,1	39,41	28,22	37,82	82,98
35	31,85	32,7	38,13	27,13	36,59	81,12
40	26,99	32,8	36,56	25,42	34,34	77,93
45	23,80	30,6	34,26	24,11	33,60	76,64
50	24,22	28,9	33,53	22,58	33,00	75,54
55	26,34	28,2	33,94	23,58	32,80	75,17
9h 0	29,03	29,2	36,31	25,01	35,00	78,42
5	33,57	31,4	39,38	27,11	36,50	81,19
10	35,31	33,2	40,91	28,08	37,16	82,56
15	33,52	31,2	38,94	27,25	36,37	81,05
20	33,41	31,7	39,97	28,05	36,70	82,10
25	30,50	30,5	38,16	26,40	35,86	80,67
30	30,45	31,3	39,21	27,09	36,82	82,36
35	33,69	33,3	42,52	29,14	40,16	86,85
40	36,95	40,6	48,35	33,60	43,80	94,41
45	39,29	46,7	53,06	36,54	47,30	100,54
50	49,73	50,9	57,61	39,66	49,24	104,44
55	46,67	50,2	56,16	38,70	48,48	103,34
10h 0	36,43	48,9	53,37	36,24	45,87	99,98
5	56,57	41,7	44,97	30,90	41,14	93,19
10	20,72	37,7	38,46	26,52	36,89	86,24
15	24,53	34,9	36,63	25,80	37,57	86,51
20	35,91	38,2	42,87	29,96	42,44	93,51
25	45,41	45,1	52,49	36,55	48,03	92,81
30	50,82	48,8	57,36	39,74	50,47	107,07
35	51,59	50,2	57,62	39,70	49,59	106,17
40	44,90	47,2	53,19	36,97	48,04	103,56
45	42,18	48,0	53,70	37,23	47,78	102,19
50	39,46	47,5	51,23	35,65	45,70	99,55
55	39,92	45,1	47,88	34,12	53,57	95,95
11h 0	40,79	39,3	42,95	30,55	40,94	91,63
5	41,63	36,1	42,31	29,60	40,18	88,89
10	43,71	35,2	44,13	30,93	41,40	90,14
15	43,65	37,7	45,76	31,79	41,27	89,89
20	42,52	38,2	44,95	31,70	41,07	90,29
25	43,62	38,1	46,14	32,02	40,71	89,49
30	38,93	33,8	41,06	28,38	38,14	84,59
35	38,77	33,7	40,06	28,03	38,12	84,20
40	37,55	36,0	43,62	30,38	40,21	89,15
45	42,05	38,1	45,66	32,04	41,94	91,18
50	43,70	39,1	47,51	33,04	42,01	91,16
55	42,68	37,6	45,41	31,80	41,33	89,80
	$\frac{5}{6}$	1	1	$\frac{6}{5}$	1	$\frac{2}{3}$

Gött. m. Z.	Upsala 17″83	Haag 21″00	Göttingen 21″13	Berlin 25″54	Leipzig 20″67	München 13″95
12h 0′	42,57	38,1	45,38	31,85	40,70	88,81
5	43,77	36,6	45,51	31,20	40,15	89,40
10	44,49	36,3	45,34	31,89	39,82	88,07
15	40,94	35,6	42,71	29,57	37,13	83,83
20	38,18	31,8	39,49	27,70	35,97	82,29
25	40,70	32,2	40,48	28,38	36,98	83,51
30	41,26	33,6	41,85	28,91	37,38	84,13
35	39,23	33,7	41,15	28,66	36,54	82,91
40	37,01	32,2	38,81	27,00	35,57	81,81
45	39,84	32,5	41,08	28,57	37,07	84,19
50	41,48	33,8	42,97	29,02	37,70	85,32
55	39,59	33,3	40,84	27,89	36,23	83,16
13h 0	40,25	32,7	40,66	28,30	36,91	84,12
5	39,27	32,2	39,96	27,61	35,42	81,68
10	38,49	31,2	39,94	27,09	35,23	81,47
15	39,38	31,2	40,40	27,64	35,63	81,67
20	40,19	31,5	40,72	27,63	35,61	81,47
25	39,54	32,6	40,85	27,71	35,79	81,61
30	37,94	33,2	41,02	27,88	35,45	81,28
35	42,10	32,2	39,71	26,61	34,04	78,47
40	33,17	28,6	34,86	23,80	30,87	73,07
45	29,78	24,9	31,12	20,94	28,57	69,27
50	28,57	25,9	30,41	21,07	27,91	67,45
55	27,81	24,6	29,97	21,12	27,66	66,71
14h 0	26,15	24,3	29,02	20,09	27,11	65,84
5	24,84	23,7	28,71	19,56	26,70	65,49
10	24,45	24,4	29,10	19,88	26,84	66,02
15	25,63	25,7	30,92	21,19	28,18	68,45
20	25,66	27,6	32,62	20,45	29,22	70,88
25	26,71	28,5	34,87	22,73	30,24	72,65
30	28,99	30,1	36,62	23,30	31,54	74,52
35	32,05	31,0	37,74	24,51	32,58	76,10
40	34,02	30,7	38,62	24,72	32,77	75,42
45	33,98	28,0	36,46	23,40	31,35	73,26
50	34,49	26,0	35,20	22,43	30,62	71,19
55	36,02	24,3	34,41	22,88	30,11	69,76
15h 0	37,49	22,7	33,12	22,39	29,08	68,63
5	33,34	22,5	30,74	20,97	27,89	66,98
10	34,58	21,7	30,92	21,94	28,97	68,81
15	29,20	21,7	29,18	19,73	26,11	64,55
20	30,06	22,9	30,96	21,32	28,21	68,31
25	31,55	25,2	34,34	24,05	30,77	72,68
30	35,35	29,3	38,68	26,67	34,37	78,61
35	38,52	34,5	43,84	29,85	36,94	82,66
40	39,82	35,3	45,41	30,31	38,38	85,13
45	42,38	37,1	47,81	32,50	40,15	88,19
50	42,02	38,4	48,89	33,25	41,24	89,89
55	41,59	39,3	49,83	33,89	41,95	91,49
	$\frac{5}{6}$	1	1	$\frac{6}{5}$	1	$\frac{2}{3}$

Gött. m. Z.	Upsala 17″83	Haag 21″00	Göttingen 21″13	Berlin 25″34	Leipzig 20″67	München 13″95
16h 0′	43,39	40,1	50,10	34,18	43,09	92,60
5	47,59	40,8	51,21	35,78	44,58	94,87
10	49,54	41,1	50,87	36,93	45,15	95,73
15	55,24	41,1	52,34	38,13	47,43	99,47
20	56,74	44,0	55,93	41,05	49,04	102,52
25	54,41	45,0	55,16	40,90	48,52	101,72
30	51,20	43,8	52,86	38,60	47,59	100,13
35	51,55	42,1	51,72	37,83	47,15	99,61
40	53,63	42,7	52,14	38,24	48,37	101,21
45	54,23	43,1	52,32	38,66	48,03	100,24
50	49,50	41,2	49,74	36,08	48,15	101,10
55	55,75	43,5	53,01	39,15	49,42	103,31
17h0	54,77	43,5	53,23	39,73	49,51	104,02
5	58,43	43,5	53,76	41,16	52,18	108,98
10	60,13	47,7	57,39	42,53	52,60	108,54
15	56,85	46,6	55,74	41,84	52,62	108,69
20	53,66	47,4	54,20	39,21	50,09	105,64
25	54,54	46,8	56,21	41,76	53,57	111,47
30	56,54	50,4	58,98	43,03	54,07	112,71
35	56,68	51,2	59,00	42,96	54,42	113,61
40	54,27	50,2	57,67	41,84	53,83	110,39
45	53,34	48,0	55,80	41,09	53,90	111,88
50	50,68	46,7	54,73	40,05	51,64	108,93
55	61,42	51,9	63,22	46,28	57,32	117,59
18h0	59,71	53,5	61,96	45,22	57,65	118,37
5	60,82	53,5	63,31	45,98	58,64	119,82
10	55,96	52,4	60,58	43,80	56,77	118,43
15	58,14	53,7	62,69	45,61	58,00	120,37
20	60,92	54,3	63,86	47,24	60,22	124,06
25	61,71	55,8	61,94	46,72	59,80	123,76
30	63,33	55,8	65,62	48,18	61,50	126,55
35	63,05	57,0	70,29	47,47	61,51	126,65
40	65,12	59,0	68,35	49,11	58,24	129,51
45	66,69	60,9	69,62	50,04	64,71	133,10
50	64,20	60,6	69,61	59,00	62,58	130,06
55	64,10	57,8	67,84	48,08	63,48	132,32
19h0	62,43	59,8	67,15	48,28	61,69	129,38
5	59,92	58,9	63,76	46,73	64,05	131,39
10	64,65	63,7	69,02	49,78	63,12	131,85
15	63,62	61,5	67,56	49,41	65,55	137,80
20	65,19	67,0	69,88	50,23	64,22	134,40
25	64,62	65,9	67,62	48,99	63,81	133,61
30	66,63	67,4	69,87	50,84	65,11	134,65
35	67,42	68,7	70,83	51,23	65,70	132,46
40	66,26	68,3	69,43	50,11	64,97	131,21
45	66,38	69,6	67,74	50,50	63,47	127,88
50	62,98	68,8	68,11	48,38	61,97	124,25
55	61,19	65,7	68,05	47,16	60,95	122,92
	$\frac{5}{6}$	1	1	$\frac{6}{5}$	1	$\frac{2}{3}$

Gött. m. Z.	Upsala 17″83	Haag 21″00	Göttingen 21″13	Berlin 25″34	Leipzig 20″67	München 13″95
20^h 0′	60,88	67,1	66,50	46,87	60,68	122,44
5	58,24	66,0	67,86	45,75	58,43	118,19
10	58,97	66,3	63,69	46,10	59,47	119,80
15	57,43	65,5	63,14	45,46	58,39	119,42
20	59,83	64,8	64,35	46,32	58,98	120,49
25	60,30	63,3	66,20	47,19	60,25	124,61
30	64,38	62,5	67,23	47,73	60,26	129,63
35	58,07	60,9	64,71	45,83	58,51	122,79
40	57,70	60,0	64,22	45,53	58,38	120,49
45	55,92	58,6	62,58	43,99	56,87	118,30
50	56,21	58,4	62,24	43,76	56,58	117,66
55	58,92	57,7	63,48	44,69	58,35	119,50
21^h0	54,65	60,7	62,84	43,78	56,02	114,99
5	53,21	58,4	62,47	42,80	55,73	114,68
10	47,04	60,5	57,26	40,63	51,78	107,77
15	46,65	55,0	56,30	39,84	50,54	105,58
20	45,87	53,9	56,10	38,90	50,95	106,00
25	45,35	54,7	55,22	37,64	49,45	101,44
30	41,71	54,7	52,16	35,00	46,46	95,92
35	36,53	48,4	46,18	41,27	42,93	90,63
40	37,45	45,9	44,88	30,36	42,59	89,33
45	38,41	45,8	45,04	30,49	41,95	87,81
50	36,44	44,9	43,78	29,93	41,01	86,93
55	36,72	44,7	43,93	30,11	41,11	87,61
22^h0	38,88	42,8	43,93	31,33	41,72	90,65
5	37,42	41,8	45,23	30,68	40,37	86,50
10	34,39	40,9	42,70	29,09	38,26	82,33
15	31,84	39,9	40,22	27,39	36,54	78,79
20	30,14	37,9	38,62	25,80	35,25	76,45
25	27,96	36,4	36,66	24,39	33,29	73,58
30	26,03	35,8	35,78	23,63	32,59	72,02
35	25,40	35,2	35,12	22,69	30,31	71,83
40	22,25	32,9	32,20	20,70	28,63	68,41
45	11,60	32,0	31,41	19,94	27,42	62,16
50	11,19	30,5	30,67	19,28	27,00	60,43
55	10,28	30,0	30,42	18,84	26,32	59,64
23^h0	9,74	29,0	29,91	18,04	25,08	57,36
5	16,24	30,1	28,22	16,81	22,99	52,87
10	14,40	26,7	26,33	14,59	21,75	50,00
15	13,66	23,7	25,04	14,01	21,51	49,73
20	11,69	22,9	23,61	13,17	19,71	45,89
25	9,83	20,1	21,79	12,15	18,91	44,65
30	10,39	21,9	23,36	13,46	20,42	46,51
35	11,03	23,5	24,71	14,12	20,69	46,43
40	11,96	23,7	26,01	15,00	20,77	45,74
45	10,51	21,6	25,03	14,68	20,99	46,11
50	10,07	21,5	24,65	13,92	19,87	43,69
55	8,24	19,2	22 69	12,95	18,86	42,13
0^h0	6,17	17,2	20,86	11,46	17,88	41,77
5	7,19	17,4	21,14	11,74	—	37,04
10	3,34	—	17,30	8,88	—	—
	$\frac{5}{6}$	1	1	$\frac{6}{5}$	1	$\frac{2}{3}$

Gött. m. Z.	Upsala 18″05	Haag 21″00	Göttingen 21″13	Berlin 25″34	Breslau 21″20	Leipzig 20″67	Marburg 29″68	München 13″95	Mailand 24″81
23h 50′	—	—	—	8,82	—	9,86	—	—	—
55	—	17,4	—	8,26	—	9,29	—	—	—
0h 0	10,27	17,7	11,81	8,79	9,98	9,58	10,17	17,05	10,44
5	11,73	19,2	12,61	9,41	10,90	10,06	9,71	18,38	10,63
10	11,58	16,4	12,40	9,12	11,02	10,06	10,00	18,70	10,26
15	14,66	18,7	15,54	11,27	13,32	12,08	11,32	22,07	11,73
20	12,33	16,9	12.53	9,75	11,54	10,36	9,85	19,22	10,20
25	9,68	12,8	9,28	7,88	9,50	8,60	8,42	15,36	8,38
30	5,91	11,3	6,11	5,55	6,54	6,00	5,89	11,27	6,96
35	3,38	9,0	3,33	3,59	4,06	3,99	4,39	7,51	5,28
40	1,80	7,0	2,85	2,84	3,52	3,15	3,69	5,79	4,51
45	1,87	9,9?	2,21	1,94	2,02	2,32	3,17	4,35	3,58
50	1,60	5,8	2,32	1,93	1,74	2,02	2,74	4,26	3,47
55	2,60	3,9	2,39	1,91	1,80	2,04	2,81	4,32	3,43
1h 0	0,82	4,6	2,15	1,54	1,46	1,61	2,28	3,62	2,87
5	1,48	4,3	2,21	1,62	1,64	1,56	2,26	3,39	2,93
10	1,47	1,8	1,78	1,36	1,46	1,25	1,85	2,58	2,58
15	00,0	1,0	0,00	0,00	2,78	0,00	1,13	0,58	1,00
20	2,52	1,6	1,24	0,68	0,44	0,65	0,79	1,14	1,30
25	2,72	0,0	0,26	0,39	0,00	0,01	0,00	0,00	0,86
30	1,16	2,7	0,64	0,86	0,74	0,38	0,53	1,19	0,00
35	5,23	5,8	4,45	3,29	3,62	2,82	2,12	5,02	1,92
40	8,09	6,5	6,60	4,68	5,50	4,28	3,08	8,00	3,17
45	8,70	6,5	8,74	5,80	6,82	5,23	3,97	10,26	3,96
50	8,10	7,1	8,05	5,48	6,44	4,93	4,14	10,02	4,18
55	8,25	6,8	7,90	5,46	7,00	4,98	4,89	10,68	4,39
2h 0	9,08	9,0	8,95	6,43	7,34	5,66	5,51	12,71	5,01
5	11,36	9,4	10,66	6,42	9,56	7,23	7,16	23,21	5,91
10	12,41	10,5	11,49	8,13	10,34	8,24	8,16	25,90	7,01
15	10,50	8,4	9,60	7,15	9,28	7,01	6,71	16,04	6,23
20	12,45	8,7	10,38	7,47	9,68	7,35	6,71	16,14	6,71
25	8,88	9,2	9,27	7,04	9,08	6,86	6,83	15,95	6,48
30	13,97	11,4	12,75	9,04	11,60	8,85	8,37	19,80	7,86
35	16,15	12,1	14,18	9,79	12,48	9,94	9,50	21,56	8,91
40	12,60	14,9	13,67	10,73	14,06	10,98	10,58	24,10	9,84
45	20,71	14,3	16,43	11,74	14,60	12,13	11,08	24,97	10,81
50	18,56	16,3	17,47	12,44	15,56	13,36	11,87	27,78	11,43
55	19,36	16,5	18,60	13 51	16,84	14,64	12,62	29,61	12,18
3h 0	20,93	17,8	20,24	14,79	17,88	15,79	13,41	32,19	13,14
5	22,25	18,4	21,72	15,90	19,26	16,92	14,21	35,46	14,07
10	23,04	18,1	22,51	16,83	20,42	18,47	14,61	36,47	14,58
15	24,08	20,0	22,83	17,68	21,56	18,94	15,50	38,17	15,48
20	27,53	20,6	23,92	18,59	22,98	19,78	16,27	40,81	16,32
25	29,77	20,5	24,60	19,48	23,80	20,94	16,59	42,24	16,70
30	24,11	21,5	25,11	20,01	24,84	21,46	16,95	43,15	17,40
35	27,82	22,2	25,86	20,55	25,46	21,98	17,44	44,44	17,90
40	27,99	22,3	25,68	20,63	25,66	22,16	17,51	46,49	18,21
45	26,66	22,4	26,27	20,79	26,06	22,53	17,79	46,08	18,54
50	27,68	23,0	26,68	21,29	26,70	22,71	18,23	47,05	18,97
55	28,88	23,3	28,24	22,41	27,98	24,20	18,92	48,89	19,57
	$\frac{5}{6}$	1	1	$\frac{6}{5}$	1	1	$\frac{10}{7}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{7}{6}$

Gött. m. Z.	Upsala 18″05	Haag 21″00	Göttingen 21″13	Berlin 25″34	Breslau 21″20	Leipzig 20″67	Marburg 29″68	München 13″95	Mailand 24″81
4h 0′	27,64	22,5	28,54	23,16	28,60	25,13	19,30	49,70	20,35
5	30,86	25,2	30,35	24,26	28,14	26,29	20,20	52,54	20,98
10	33,37	28,0	32,41	25,49	31,18	27,67	21,24	54,82	22,02
15	35,34	27,5	32,45	25,63	31,38	28,20	21,45	55,23	22,40
20	36,41	27,8	33,13	26,03	32,34	28,92	22,02	56,52	22,99
25	38,57	29,4	34,44	27,23	33,80	29,79	22,83	58,45	23,91
30	39,66	30,2	35,44	28,03	35,24	30,58	23,41	61,03	24,58
35	41,89	31,3	36,43	29,16	34,38	31,37	24,03	61,90	25,75
40	41,72	31,4	36,65	29,60	36,78	31,88	24,39	62,59	25,67
45	41,95	32,2	37,44	30,01	36,98	32,54	24,36	63,64	25,96
50	41,94	32,9	38,25	30,18	37,30	32,45	25,92	64,45	26,41
55	41,06	32,2	37,35	29,88	36,40	33,18	—	64,55	26,33
5h0	—	32,6	37,98	30,07	37,00	33,68	26,06	65,20	26,59
5	40,29	33,8	38,82	30,66	38,26	34,62	26,47	66,37	27,05
10	43,54	35,9	40,50	31,85	39,60	35,97	27,34	68,80	27,63
15	44,84	36,4	40,91	32,04	39,58	36,43	27,90	69,20	28,31
20	47,37	39,1	42,83	32,65	39,64	37,46	28,50	70,96	28,77
25	44,51	39,3	42,55	32,18	38,82	37,20	29,29	70,66	28,93
30	43,46	38,1	40,85	31,09	37,30	36,40	28,68	68,78	28,04
35	44,10	38,5	40,87	31,04	36,89	36,04	28,68	68,65	28,11
40	45,72	38,0	40,63	30,74	37,86	35,83	27,87	68,22	28,38
45	43,90	38,7	40,02	30,64	36,60	35,51	28,14	67,76	27,97
50	45,10	39,3	40,26	31,19	36,88	35,56	28,58	68,09	28,15
55	48,53	39,4	40,73	31,59	37,84	36,25	28,75	69,01	28,24
6h0	48,54	40,4	41,52	32,10	38,94	36,68	28,94	70,07	28,62
5	46,72	41,8	42,50	33,01	39,94	36,98	29,69	74,72	29,12
10	46,86	41,9	42,81	33,52	40,50	37,55	29,82	72,03	29,45
15	47,29	42,2	43,12	34,00	41,14	38,18	30,01	74,15	29,97
20	45,77	41,2	42,67	33,60	40,76	37,92	29,26	75,56	30,02
25	45,33	42,0	41,78	33,18	40,30	37,53	29,05	75,40	29,67
30	44,39	40,1	41,07	32,49	39,34	37,10	28,74	74,87	29,42
35	42,96	41,1	40,21	31,92	39,18	36,76	28,38	74,37	29,40
40	41,38	39,1	39,09	31,21	37,94	35,94	27,72	72,92	29,29
45	39,65	38,3	38,69	30,73	37,80	35,56	27,60	72,63	29,01
50	39,13	38,0	38,64	30,56	37,80	35,48	28,44	72,63	28,89
55	31,68	37,8	38,51	30,47	36,90	35,39	27,42	72,48	29,07
7h0	38,22	37,8	38,56	30,41	37,12	35,21	27,42	72,73	28,82
5	40,11	38,5	39,03	30,68	37,40	35,33	27,70	73,30	29,13
10	36,61	38,2	38,88	30,39	37,10	35,40	27,51	73,43	29,10
15	35,73	38,0	38,30	29,85	36,88	34,96	27,43	72,71	28,94
20	35,64	38,0	38,77	29,87	36,90	35,04	27,52	73,39	29,11
25	37,57	39,0	38,84	30,15	37,44	35,27	27,68	73,68	29,29
30	36,69	38,2	38,70	30,00	37,88	35,37	27,67	73,58	29,52
35	36,49	38,3	38,80	30,01	37,91	35,18	27,63	73,47	29,59
40	37,14	38,6	39,34	30,23	37,26	35,69	27,93	74,05	29,76
45	36,22	38,2	39,31	30,02	36,68	35,30	27,73	73,52	29,75
50	34,89	38,5	39,15	30,34	36,22	35,28	27,76	73,01	29,87
55	32,15	38,8	37,80	29,60	35,76	34,54	27,03	72,14	29,34
	$\frac{5}{6}$	1	1	$\frac{6}{5}$	1	1	$\frac{10}{7}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{7}{6}$

Gött. m. Z.	Upsala	Haag	Göttingen	Berlin	Breslau	Leipzig	Marburg	München	Mailand
	18″05	21″00	21″13	25″34	21″20	20″67	29″68	13″95	24″81
8h 0′	30,40	37,2	37,29	28,96	35,18	34,14	26,69	71,31	29,42
5	32,87	38,6	39,55	30,09	36,78	35,03	28,01	73,95	30,05
10	33,64	39,4	41,14	30,97	37,30	36,01	28,59	75,43	30,85
15	33,17	38,6	40,69	30,87	37,26	36,13	28,46	75,63	31,05
20	31,55	36,9	38,46	29,13	36,22	34,78	27,29	73,25	30,14
25	31,15	36,1	37,05	28,51	35,56	34,08	26,87	72,39	29,50
30	35,07	35,4	38,17	29,28	46,56	34,94	27,54	73,65	29,51
35	37,35	36,9	40,29	31,09	38,54	36,55	28,95	76,51	30,29
40	38,66	37,3	41,05	31,96	39,94	37,44	29,54	78,62	31,29
45	46,45	37,8	42,42	33,89	42,14	39,16	30,29	—	32,16
50	50,95	38,1	44,35	35,48	38,98	41,29	31,29	83,65	33,06
55	53,93	38,5	46,10	36,73	46,04	42,27	32,00	85,89	34,00
9h 0	50,39	37,5	43,49	34,97	44,22	41,10	31,00	83,65	33,25
5	49,43	40,6	45,58	36,15	45,44	42,16	32,58	86,35	33,49
10	60,01	45,4	48,80	42,36	52,30	47,89	38,87	94,86	36,26
15	68,95	48,9	57,90	45,76	56,44	51,53	41,00	100,83	37,98
20	66,35	54,1	56,30	47,88	57,44	53,63	43,42	104,39	39,48
25	60,43	61,5	60,00	49,84	58,12	55,91	45,75	109,36	41,48
30	67,09	66,5	64,60	52,87	62,26	59,30	48,37	115,31	43,94
35	75,16	68,2	71,85	54,65	64,68	61,69	50,21	120,26	45,53
40	84,23	70,4	74,64	57,85	68,38	65,00	52,00	125,23	47,63
45	94,27	71,4	77,70	60,28	71,88	67,67	53,54	129,39	49,18
50	98,90	71,4	78,90	61,48	73,78	70,03	54,45	132,32	50,30
55	98,12	68,8	75,42	59,97	72,36	68,55	53,00	130,32	50,07
10h 0	95,48	66,2	75,80	58,02	70,06	66,55	51,33	127,32	48,80
5	90,47	62,8	68,74	55,58	67,54	64,25	49,81	123,51	47,72
10	83,04	60,0	64,87	52,26	63,80	60,93	47,12	117,99	45,94
15	70,06	56,9	58,69	47,73	58,24	56,45	44,48	111,86	43,76
20	57,69	59,0	56,71	45,58	55,24	54,46	43,86	109,80	42,97
25	50,81	59,8	56,41	44,05	52,88	53,05	43,44	108,23	43,41
30	51,32	56,6	53,87	41,94	51,22	51,24	41,98	105,36	42,54
35	54,20	54,3	52,69	41,45	50,34	50,24	41,33	103,46	41,72
40	57,21	56,0	54,24	42,24	51,36	50,52	41,54	103,26	41,37
45	59,32	56,3	56,24	43,29	52,62	51,60	42,97	104,64	40,82
50	58,77	57,5	55,79	43,16	52,48	51,35	42,10	103,95	41,01
55	54,10	54,5	53,87	41,67	50,62	50,33	41,31	102,50	40,34
11h 0	43,31	54,1	49,26	38,23	46,58	47,04	39,50	99,19	40,39
5	29,67	55,4	45,64	35,31	42,66	44,21	31,12	96,00	39,40
10	36,81	59,4	52,01	39,31	46,96	47,10	34,85	102,28	41,81
15	55,04	60,0	56,20	42,73	51,74	51,22	38,37	106,98	43,59
20	65,78	62,3	60,13	46,25	56,26	54,98	40,66	112,14	44,62
25	70,84	62,8	63,72	48,82	60,16	57,83	42,21	115,98	45,90
30	75,95	63,2	67,24	51,62	62,36	59,99	43,02	117,87	45,84
35	83,65	62,2	67,62	51,57	62,62	60,22	42,97	117,29	46,07
40	79,47	60,2	65,61	50,61	61,84	59,12	42,34	115,04	45,26
45	79,19	59,6	64,03	49,76	60,82	58,30	41,61	113,45	44,26
50	79,08	57,8	61,96	48,51	59,86	56,63	40,72	110,94	43,25
55	77,08	57,1	60,60	47,97	58,42	56,08	39,36	109,47	41,71
	$\frac{5}{6}$	1	1	$\frac{6}{5}$	1	1	$\frac{10}{7}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{7}{6}$

Gött. m. Z.	Upsala	Haag	Göttingen	Berlin	Breslau	Leipzig	Marburg	München	Mailand
	18″05	21″00	21″12	15″34	21″20	20″67	29″68	13″95	24″81
12h 0′	75,49	55,7	59,32	47,09	57,30	54,86	39,23	107,22	42,09
5	71,24	54,9	57,69	45,87	55,76	53,35	NB.	105,15	41,31
10	66,00	54,8	56,09	44,59	53,78	52,12	69,77	103,23	40,56
15	58,95	52,0	52,95	41,94	50,76	49,32	69,01	99,06	39,27
20	55,01	51,7	50,28	40,05	48,64	47,45	68,32	96,47	38,13
25	52,12	49,0	47,51	37,73	46,26	45,10	67,02	92,65	37,25
30	53,53	49,0	47,39	37,83	46,06	44,96	66,92	92,30	36,17
35	52,55	47,0	46,45	36,83	45,46	43'91	66,32	90,22	36,15
40	52,86	46,5	46,11	36,61	45,00	43,41	65,97	89,52	35,52
45	52,33	45,7	45,80	36,26	43,97	42,93	65,74	88,30	35,32
50	49,76	43,0	43,98	34,81	43,18	41,32	65,12	85,66	34,62
55	47,93	42,3	42,86	34,02	42,24	40,49	64,48	84,47	33,92
13h 0	47,57	41,8	42,29	33,94	41,86	40,01	64,19	83,71	33,64
5	47,14	41,7	41,90	33,61	41,86	39,97	63,94	83,57	33,24
10	48,38	42,5	43,44	34,31	42,86	40,74	64,23	84,39	33,96
15	45,71	40,1	42,48	33,41	41,52	39,68	63,58	82,50	33,38
20	45,62	40,0	42,69	33,22	41,20	39,35	64,45	82,07	33,02
25	43,66	38,5	41,03	31,97	39,86	37,98	62,93	79,85	32,39
30	46,17	40,1	43,26	32,90	41,00	38,82	63,37	81,93	32,49
35	44,71	39,2	41,92	32,73	40,52	38,27	62,96	80,21	32,55
40	42,76	38,0	40,60	31,42	39,26	37,04	62,47	78,57	32,54
45	42,65	37,7	40,56	31,62	39,12	37,37	62,31	78,22	31,83
50	43,43	38,3	41,16	32,00	39,74	37,54	62,42	79,08	32,07
55	45,30	38,4	41,88	32,79	40,60	38,17	62,54	79,89	32,49
14h 0	46,05	39,9	42,48	33,25	40,62	38,64	62,76	80,50	32,93
5	46,62	39,9	42,59	33,45	41,32	39,09	62,81	80,69	32,89
10	45,23	39,0	41,54	32,37	40,36	37,80	62,41	79,26	32,13
15	45,87	39,5	42,08	32,95	40,60	38,43	62,12	79,86	32,16
20	44,89	39,1	41,56	32,28	40,24	38,05	62,12	79,70	32,49
25	44,49	39,6	41,48	32,26	39,88	37,95	62,06	79,53	32,05
30	45,44	41,0	43,69	33,59	41,82	39,14	62,44	81,14	32,06
35	42,56	39,3	41,02	31,76	39,40	37,68	61,91	78,75	32,47
40	43,89	39,4	41,82	32,37	40,12	37,98	62,05	79,50	32,61
45	42,50	38,6	40,77	31,88	39,08	37,30	61,75	78,04	32,21
50	41,18	38,1	40,31	31,19	38,36	36,68	61,47	77,22	31,23
55	40,03	36,4	38,41	30,08	36,80	35,20	60,85	74,58	31,00
15h 0	36,55	32,9	34,51	27,26	34,10	32,76	59,68	70,52	29,72
5	33,19	30,4	31,51	25,05	31,58	30,29	58,58	67,26	28,63
10	29,96	29,8	29,97	23,95	30,36	28,97	58,17	65,59	27,87
15	32,21	31,0	31,96	25,00	31,58	29,92	58,37	67,25	28,14
20	32,14	32,0	32,56	25,58	32,02	30,20	58,51	67,57	28,44
25	34,20	33,6	34,46	26,77	33,64	31,46	59,17	69,48	28,73
30	35,54	34,0	36,15	28,24	34,76	32,48	59,30	69,85	29,71
35	36,00	33,4	35,84	27,71	34,48	32,40	59,25	69,98	29,01
40	36,02	33,5	36,55	27,74	35,16	32,09	59,07	69,28	29,01
45	36,51	33,6	35,50	27,87	34,94	32,37	59,03	69,55	28,86
50	37,57	35,4	37,28	29,21	36,40	33,67	39,77	71,83	29,76
55	36,66	34,8	36,47	28,34	35,94	33,32	58,00	71,40	29,65
	$\frac{5}{6}$	1	1	$\frac{6}{5}$	1	1	$\frac{10}{7}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{7}{6}$

Gött. m. Z.	Upsala 18″05	Haag 21″00	Göttingen 21″13	Berlin 25″34	Breslau 21″20	Leipzig 20″67	Marburg 29″68	München 13″95	Mailand 24″81
16h 0′	40,38	37,2	39,63	30,89	38,46	35,54	58,88	74,65	30,38
5	42,70	38,1	41,03	31,68	39,46	36,47	59,32	75,79	30,95
10	42,48	40,1	40,96	31,74	39,50	36,69	59,23	77,08	31,17
15	44,74	41,2	42,51	32,84	40,88	37,97	59,82	78,49	31,42
20	45,48	40,1	42,98	33,10	41,54	38,40	60,06	79,19	32,18
25	42,84	37,8	40,96	31,90	39,98	36,97	59,34	76,38	31,40
30	46,90	39,6	42,12	32,80	40,88	38,33	60,01	78,87	31,45
35	47,03	40,2	43,30	33,52	42,34	38,69	60,10	78,77	32,55
40	47,62	39,5	43,06	33,17	41,38	38,65	60,06	78,41	32,07
45	45,46	38,4	41,48	32,48	40,60	37,64	59,67	76,61	31,85
50	46,19	36,6	40,00	31,53	39,66	36,58	59,08	75,67	30,16
55	49,14	39,7	42,54	33,49	42,32	38,56	59,77	78,84	31,46
17h 0	50,26	40,8	43,76	34,41	42,90	39,53	60,32	80,28	32,10
5	51,99	42,4	45,10	34,97	42,96	40,46	61,08	82,03	32,16
10	48,42	42,4	44,99	34,61	42,48	40,07	60,48	81,42	33,03
15	49,02	40,3	43,27	33,60	42,14	39,39	60,29	79,37	32,35
20	50,72	40,9	44,50	34,45	42,88	40,13	60,52	80,29	32,84
25	50,60	42,6	44,90	34,25	42,48	40,03	60,84	80,14	32,74
30	45,21	39,6	41,22	31,76	39,94	37,23	59,52	75,79	31,67
35	47,29	39,9	41,40	32,35	41,04	37,82	59,61	73,84	31,45
40	46,97	39,4	41,34	32,35	40,96	37,72	59,43	73,41	31,04
45	47,95	39,8	41,44	32,72	41,18	38,09	59,49	74,47	31,24
50	49,10	40,7	42,15	33,13	42,20	38,64	59,73	75,28	31,28
55	45,96	37,7	40,27	31,77	40,92	37,17	58,71	72,26	30,84
18h 0	46,98	37,8	40,67	32,26	40,90	37,39	59,05	72,59	30,62
5	46,25	38,1	40,86	32,30	40,66	37 31	58,44	72,45	30,63
10	50,00	39,2	41,99	33,27	42,46	38,30	59,75	74,73	30,61
15	49,30	37,6	40,52	32,77	42,70	37,99	59,32	73,98	30,55
20	47,67	39,7	41,90	33,40	43,08	38,47	59,52	74,90	31,68
25	48,01	38,1	40,58	32,92	43,96	38,16	59 39	75,01	30,74
30	47,35	37,6	39,76	32,93	44,18	38,26	59,30	76,28	30,67
35	51,06	40,7	45,40	35,76	48,62	41,90	60,47	81,13	33,69
40	57,24	46,5	50,08	39,69	51,16	44,75	62,20	84,78	34,81
45	48,28	43,9	47,06	36,90	47,40	42,26	60,80	79,40	34,23
50	34,88	35,7	36,14	28,63	38,28	34,62	58,07	66,11	32,46
55	47,80	38,4	42,63	34,11	45,03	39,62	59,87	74,31	31,91
19h 0	53,31	43,0	47,50	37,35	49,14	44,06	61,55	79,59	34,22
5	39,98	37,9	41,35	32,40	43,76	38,28	59,44	72,87	33,93
10	49,26	43,1	46,50	37,06	48,76	42,94	61,70	82,52	33,88
15	54,66	45,0	50,60	39,81	51,04	45,68	62,64	85,82	36,77
20	49,54	45,1	47,79	37,90	49,70	44,32	62,31	86,65	35,06
25	57,88	48,0	55,14	43,13	55,10	44,89	63,93	93,92	39,09
30	55,11	47,4	53,30	42,01	59,56	48,74	63,58	94,82	39,61
35	54,48	48,4	54,12	42,48	55,24	49,17	64,47	97,78	40,17
40	54,65	49,0	55,69	43,23	56,84	50,12	64,29	97,96	41,49
45	52,89	47,9	54,98	42,95	55,74	49,91	64,12	98,22	40,86
50	58,84	50,9	57,81	45,55	58,42	52,49	65,70	103,57	42,25
55	58,72	49,7	59,04	45,26	57,22	52,20	64,79	101,63	43,10
	$\frac{5}{6}$	1	1	$\frac{6}{5}$	1	1	$\frac{10}{7}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{7}{6}$

Gött. m. Z.	Upsala 18″05	Haag 21″00	Göttingen 21″13	Berlin 25″34	Breslau 21″20	Leipzig 20″67	Marburg 29″68	München 13″95	Mailand 24″81
20h 0′	56,70	51,7	57,51	44,97	57,32	52,46	65,50	103,32	42,81
5	56,33	52,3	58,07	45,13	57,16	52,98	65,75	104,78	43,02
10	53,61	51,2	58,15	43,56	55,86	51,49	67,12	102,59	43,40
15	51,63	51,0	55,55	43,26	55,24	51,19	66,95	102,28	43,46
20	54,40	52,8	57,31	44,30	56,44	52,39	67,79	104,39	43,97
25	51,80	50,6	56,22	43,41	55,32	51,50	67,24	102,66	43,97
30	54,32	51,6	57,28	44,28	56,26	52,66	68,26	105,88	44,21
35	54,34	54,0	59,42	45,20	56,88	53,41	68,57	105,41	46,25
40	51,79	51,3	56,19	43,76	54,46	51,55	67,83	103,10	45,57
45	51,53	51,5	56,98	43,26	54,86	54,11	68,03	104,51	44,95
50	54,65	54,2	58,88	45,63	56,88	53,22	69,08	109,15	45,87
55	56,18	55,3	60,96	46,97	56,68	53,79	69,40	108,20	46,77
21h0	50,09	51,9	56,42	44,17	53,54	52,63	68,00	104,01	45,35
5	51,23	53,7	57,12	43,75	54,06	52,25	68,54	105,48	45,14
10	55,57	57,1	61,85	46,74	57,88	53,29	70,09	111,66	46,72
15	53,79	63,5	69,35	51,86	63,24	58,20	72,50	120,50	49,54
20	—	63,2	66,13	50,01	59,08	56,25	71,54	114,94	49,93
25	45,38	52,4	53,64	41,67	49 96	48,67	67,58	101,30	44,50
30	43,79	49,4	50,88	39,51	47,14	46,61	66,79	99,65	42,22
35	46,10	51,5	53,51	40,88	49,24	47,66	67,41	101,18	42,94
40	47,97	53,1	55,87	42,31	51,72	50,39	68,33	104,60	43,95
45	48,34	52,9	55,91	42,49	51,36	51,70	68,37	104,58	44,47
50	44,53	51,0	53,28	40,29	48,42	50,88	67,12	99,34	44,05
55	43,78	48,1	50,51	38,50	47,16	49,05	66,34	97,12	41,49
22h0	47,45	50,3	53,05	39,78	48,66	50,67	67,33	98,87	42,14
5	41,76	46,8	49,00	37,11	45,28	47,39	65,74	94,61	40,93
10	43,34	47,7	49,21	37,15	45,00	46,95	65,95	94,19	40,40
15	42,82	45,2	48,28	36,22	44,44	46,09	65,33	92,50	39,73
20	43,95	46,9	49,86	37,26	45,12	46,79	65,91	93,56	40,41
25	40,22	44,2	46,60	34,92	41,96	44,82	65,63	89,33	38,88
30	36,94	40,0	42,34	32,20	39,52	41,83	63,46	84,80	36,53
35	41,03	43,8	47,26	34,85	42,48	44,50	64,79	89,33	38,01
40	40,64	43,0	46,78	34,36	41,84	43,76	64,77	88,19	38,33
45	36,67	41,9	43,49	32,32	39,22	41,25	63,62	83,99	36,62
50	34,35	40,4	41,60	30,50	37,38	39,37	62,73	80,43	35,59
55	34,23	40,3	41,43	30,56	37,28	39,38	62,41	79,03	35,81
23h0	30,38	36,0	38,30	28,28	34,08	36,89	61,66	74,30	33,31
5	30,36	38,0	37,66	27,79	33,26	36,42	61,69	73,36	32,25
10	30,74	36,5	39,10	27,82	33,94	36,28	61,87	74,15	32,28
15	32,50	38,6	40,40	28,86	34,24	36,71	62,22	74,56	33,23
20	28,57	35,2	36,97	26,38	30,98	34,42	61,15	69,09	31,65
25	31,99	36,9	38,04	27,73	32,92	34,71	61,57	71,70	31,47
30	28,61	35,4	36,35	26,07	30,70	33,05	60,69	67,74	31,49
35	28,87	34,8	36,28	25,82	30,26	32,90	60,70	67,32	30,39
40	28,16	33,8	34,78	25,18	30,50	32,11	60,19	67,57	28,85
45	34,47	39,6	41,40	29,17	33,20	35,84	61,90	70,77	31,65
50	22,15	29,5	29,42	21,99	25,46	29,01	57,90	57,24	28,18
55	24,20	30,2	30,70	22,32	26,42	27,91	58,02	58,35	26,37
0h0	21,27	28,4	28,85	20,68	24,30	26,12	—	54,89	25,61
5	20,73	25,8	27,51	19,75	—	—	—	53,33	—
10	17,22	22,5	—	17,40	—	—	—	—	—
	$\frac{5}{6}$	1	1	$\frac{6}{5}$	1	1	$\frac{10}{7}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{7}{6}$

Gött. m. Z.	Upsala 18″05	Breda 21″00	Göttingen 21″13	Breslau 21″13	Freiberg 20″82	Leipzig 20″67	Marburg 29″68	München 13″95	Mailand 24″81
23h50′	—	—	—	—	—	5,29	4,90	—	—
55	—	—	—	—	—	3,21	2,60	—	—
0h 0	6,67	3,2	—	0,68	—	1,13	1,05	8,07	1,25
5	5,25	2,1	0,00	0,00	—	0,05	0,00	5,30	0,17
10	6,52	2,9	1,04	1,20	—	0,46	0,48	4,80	0,16
15	6,16	2,1	0,72	0,30	—	0,00	0,67	4,14	0,00
20	8,39	3,0	3,30	1,98	—	0,90	0,96	3,54	1,05
25	9,97	3,7	3,34	2,48	—	2,50	1,67	7,74	1,27
30	11,64	6,0	6,62	5,26	—	3,84	2,84	8,21	2,97
35	11,08	5,8	6,80	5,62	—	4,52	2,91	10,16	3,16
40	10,06	5,2	5,90	4,92	—	4,35	2,50	11,93	2,89
45	9,15	6,5	6,07	5,77	—	4,91	3,06	12,21	3,02
50	8,00	5,1	5,02	4,86	—	4,21	2,42	11,39	2,31
55	6,05	3,9	3,84	3,28	—	3,31	1,75	9,46	1,97
1h 0	5,69	2,7	3,44	3,26	—	2,17	1,29	6,77	1,81
5	5,58	3,4	4,75	4,18	—	2,89	1,84	7,80	2,06
10	4,30	2,7	4,36	3,60	—	2,14	1,46	7,62	1,97
15	3,89	3,7	3,30	2,96	—	2,20	1,85	8,25	1,95
20	2,38	2,8	2,01	2,68	—	2,38	1,35	6,12	1,41
25	1,61	0,5	0,40	4,52	—	0,75	0,39	3,29	1,10
30	3,29	1,6	2,20	3,52	—	1,10	0,95	0,91	1,78
35	4,32	4,8	5,18	4,12	—	3,03	2,71	3,65	2,87
40	3,12	2,9	3,74	3,30	—	1,78	1,74	3,13	2,33
45	1,58	1,8	1,78	2,12	—	0,91	1,29	1,90	1,56
50	1,59	1,0	1,88	1,60	—	0,60	0,60	0,00	1,87
55	2,47	2,8	3,18	2,76	—	1,38	1,55	1,30	2,54
2h 0	3,87	3,8	4,71	4,96	—	1,55	2,04	3,71	3,64
5	3,92	3,8	4,16	3,70	—	2,63	2,15	6,12	3,31
10	5,21	5,1	4,96	4,34	—	3,62	2,87	12,17	3,97
15	3,77	2,8	3,09	2,92	—	2,66	1,85	6,58	3,01
20	2,64	0,4	0,60	1,06	—	1,93	1,06	4,08	1,80
25	2,83	0,7	1,68	1,52	—	1,82	0,43	3,98	2,20
30	4,44	2,4	3,84	2,86	—	2,31	1,24	6,33	3,52
35	4,41	4,5	4,50	3,62	—	2,93	2,39	10,51	4,18
40	4,99	4,4	5,36	3,64	—	3,15	2,46	10,79	5,15
45	5,37	4,4	4,78	3,64	—	3,52	2,37	13,58	4,95
50	4,71	3,4	4,64	3,00	—	2,30	1,98	11,93	4,95
55	4,41	2,0	—	2,48	—	1,53	1,16	12,24	4,48
3h 0	4,28	2,9	4,34	2,56	—	1,85	1,66	11,82	4,47
5	3,02	1,8	2,20	1,46	—	1,63	1,14	11,78	4,39
10	1,83	2,3	2,15	2,31	—	1,30	1,15	11,71	4,73
15	3,21	2,2	2,62	1,96	—	1,26	1,34	11,94	4,51
20	1,68	1,5	2,06	0,92	0,10	0,50	1,23	12,68	3,93
25	0,00	0,3	1,29	0,44	0,00	0,17	0,46	10,86	3,33
30	0,58	0,0	1,67	0,92	2,04	0,03	0,30	10,26	4,18
35	0,04	2,1	1,29	2,92	1,25	2,06	1,17	12,26	4,82
40	1,75	3,3	3,98	2,66	3,01	2,23	1,78	12,88	5,64
45	3,33	5,5	6,60	3,70	4,28	4,30	3,32	15,44	6,81
50	5,16	5,6	6,36	5,11	3,90	5,00	3,51	18,43	7,00
55	6,06	5,7	6,60	5,82	4,62	3,82	3,89	20,14	7,10
	$\frac{5}{6}$	1	1	1	1	1	$\frac{10}{7}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{7}{6}$

Gött. m. Z.	Upsala 18″05	Breda 21″00	Göttingen 12″13	Breslau 21″13	Freiberg 20″82	Leipzig 20″67	Marburg 29″68	München 13″95	Mailand 24″81
4h 0′	3,36	6,5	8,01	6,94	5,12	4,83	4,31	19,67	7,20
5	8,47	6,2	8,02	6,74	5,45	4,83	4,23	20,12	6,92
10	6,28	6,4	7,85	6,54	5,32	4,95	4,01	19,99	6,67
15	4,63	5,4	8,64	6,46	6,56	4,73	4,56	19,67	7,23
20	7,24	6,4	8,60	6,56	5,56	4,42	4,93	20,45	7,81
25	6,50	5,7	7,88	5,88	5,77	5,37	4,40	20,35	7,36
30	7,33	6,1	8,96	6,16	6,34	4,63	4,80	20,87	7,65
35	6,60	6,9	7,53	6,83	5,77	5,03	4,44	21,62	7,45
40	7,07	5,7	6,77	6,16	6,23	5,33	4,26	20,68	7,22
45	9,69	7,3	8,67	8,14	6,59	4,97	4,93	23,27	7,95
50	8,44	6,2	7,83	7,16	7,02	5,85	4,64	22,34	7,68
55	9,19	6,0	8,61	7,80	6,90	6,13	4,73	23,49	8,03
5h 0	8,66	6,4	8,23	7,84	6,45	6,35	4,81	24,38	7,92
5	8,61	6,1	7,65	7,32	5,97	6,17	4,41	24,02	7,70
10	7,29	6,4	7,59	6,96	6,87	5,39	4,44	24,02	7,70
15	6,17	5,8	6,76	5,96	5,62	4,68	3,91	23,18	7,47
20	6,44	5,4	6,21	5,56	5,70	4,24	3,77	23,16	7,35
25	7,09	5,6	7,27	6,02	5,45	4,29	3,96	22,74	7,78
30	7,51	6,4	8,31	6,80	6,24	3,93	4,45	23,51	7,96
35	9,37	6,8	9,32	7,44	6,66	4,35	4,99	24,92	8,65
40	8,99	8,0	9,67	7,98	6,66	5,28	—	25,82	8,87
45	8,03	6,4	7,96	6,90	6,07	5,49	4,93	25,73	8,21
50	9,16	6,0	8,17	7,06	6,66	5,35	4,63	24,77	8,14
55	10,48	6,3	8,64	7,70	6,66	4,96	4,96	24,61	8,41
6h 0	10,99	7,3	9,73	8,90	7,12	5,37	5,12	25,57	8,94
5	13,56	6,6	9,57	9,18	7,74	5,41	6,75	26,61	9,06
10	12,59	7,2	9,91	9,66	8,47	6,07	6,06	26,79	9,21
15	13,78	8,3	11,03	10,24	8,34	7,56	6,66	26,39	9,60
20	13,30	8,5	14,35	10,84	9,58	11,69	6,95	27,53	9,92
25	16,95	10,6	14,77	12,96	11,91	6,09	7,85	29,01	11,01
30	18,59	12,9	15,93	14,98	12,30	8,44	9,00	33,16	11,93
35	20,49	13,7	16,34	15,94	13,97	10,56	9,53	34,71	12,35
40	24,74	16,4	20,08	18,62	15,24	11,58	11,51	37,52	13,73
45	24,11	15,4	18,08	17,36	14,97	12,73	10,88	38,43	13,51
50	26,13	16,2	18,58	18,38	15,45	13,64	11,20	39,19	14,00
55	27,42	17,4	19,73	18,98	15,53	13,84	11,93	40,68	14,49
7h 0	25,57	16,7	18,77	18,42	15,08	14,94	11,76	41,27	14,45
5	25,84	17,0	18,36	18,04	15,50	14,18	11,70	40,83	14,27
10	25,69	16,8	18,49	17,98	14,90	13,77	11,80	40,91	14,66
15	23,80	15,5	17,20	16,72	15,13	14,93	11,13	40,29	14,13
20	22,08	16,1	16,76	16,26	14,51	14,39	11,18	39,63	14,19
25	23,53	16,6	17,26	16,38	14,38	14,21	11,16	39,82	14,49
30	24,15	16,8	15,14	16,46	14,78	14,27	11,21	39,90	14,65
35	21,63	16,0	17,17	16,24	14,20	14,41	11,11	39,69	14,48
40	23,06	16,1	17,42	15,98	13,99	14,13	10,88	38,92	14,35
45	22,19	15,8	16,57	15,52	13,79	13,96	10,71	38,47	14,14
50	23,02	15,1	15,80	15,22	13,83	13,46	10,35	37,56	14,92
55	21,89	15,8	16,70	15,80	13,82	13,49	10,51	37,84	14,27
	$\frac{5}{6}$	1	1	1	1	1	$\frac{10}{7}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{7}{6}$

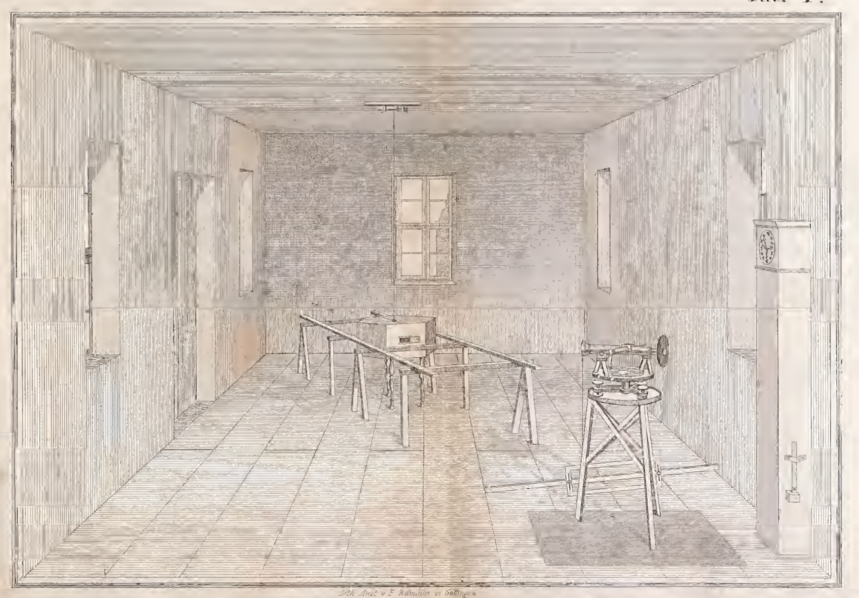
Gött. m. Z.	Upsala 18″05	Breda 21″00	Göttingen 12″13	Breslau 21″20	Freiberg 20″82	Leipzig 20″67	Marburg 29″68	München 13″95	Mailand 24″81
8h 0′	21,91	15,5	16,39	15,38	13,76	13,74	10,50	37,97	13,83
5	21,59	15,3	16,05	15,38	13,86	13,17	10,58	37,39	13,93
10	24,44	15,5	16,99	15,70	14,15	13,58	10,50	37,94	14,00
15	20,59	15,7	16,11	15,70	13,65	13,45	10,46	38,10	14,02
20	21,35	15,6	17,34	15,66	13,91	13,29	10,50	38,14	14,02
25	21,40	16,4	17,22	16,12	14,57	13,71	10,79	38,67	14,57
30	20,84	17,1	17,59	15,78	14,43	13,58	10,91	38,78	14,37
35	20,93	16,4	17,87	16,60	15,11	13,88	11,04	38,94	14,47
40	21,34	15,6	17,50	16,42	14,32	14,12	11,12	39,65	14,62
45	18,15	16,6	17,09	16,22	15,00	14,14	11,04	38,80	14,73
50	20,03	16,4	17,38	16,37	14,86	14,58	11,16	39,33	14,83
55	21,97	16,9	18,33	16,92	15,04	14,45	11,41	39,83	15,01
9h 0	21,80	16,6	18,39	16,86	14,73	14,89	11,58	40,17	15,35
5	22,13	16,8	17,03	15,66	14,66	14,57	11,04	39,70	14,97
10	22,45	17,5	18,66	17,28	15,31	15,18	11,54	40,30	15,63
15	21,77	17,5	18,26	16,80	15,00	15,22	11,66	40,63	15,27
20	25,76	17,2	18,11	16,68	15,53	14,76	11,54	40,13	15,72
25	25,67	17,4	18,05	16,78	14,42	15,08	11,50	40,62	15,54
30	20,10	16,8	16,33	15,74	14,36	13,73	10,83	39,28	15,16
35	21,64	17,3	17,30	16,70	15,11	14,37	11,08	38,83	15,23
40	22,32	17,9	18,14	16,46	14,65	14,72	11,33	39,55	15,62
45	21,09	16,6	17,24	16,58	14,55	14,82	11,33	39,52	15,08
50	22,11	16,4	16,84	16,24	14,98	14,31	10,96	38,66	14,73
55	23,35	16,7	17,72	16,90	14,89	14,58	11,12	38,52	15,08
10h 0	23,16	16,7	17,36	16,48	14,45	14,35	11,41	38,68	14,97
5	22,23	16,2	16,98	16,14	14,87	14,09	11,23	38,72	14,91
10	21,93	17,2	18,10	16,22	14,62	14,33	11,20	38,48	15,13
15	21,38	16,9	18,04	16,56	14,46	14,42	11,38	39,03	15,33
20	24,09	18,3	18,82	17,20	15,01	14,88	11,70	39,55	15,55
25	23,67	18,2	19,32	17,50	16,24	14,72	11,86	40,05	15,79
30	22,20	21,1	20,59	17,92	15,73	15,62	12,81	42,00	16,35
35	25,10	21,2	21,22	18,60	17,59	16,31	11,19	42,48	16,57
40	26,15	22,1	22,84	19,50	17,97	17,17	11,98	43,89	17,05
45	26,90	22,7	22,96	20,08	18,29	17,85	12,31	45,09	17,25
50	27,32	23,0	22,77	19,98	17,90	17,86	12,30	45,82	17,26
55	24,79	22,7	21,30	19,18	17,23	17,52	11,96	45,26	17,17
11h 0	22,88	24,1	22,42	19,56	18,51	17,69	12,71	44,89	17,77
5	22,22	26,1	24,70	21,60	20,83	18,97	13,40	46,87	19,18
10	25,77	29,3	27,90	22,68	21,97	20,83	15,34	51,28	20,37
15	26,94	30,9	30,02	24,08	23,68	22,00	16,12	53,78	21,32
20	24,44	32,4	28,82	23,00	22,69	22,75	16,55	55,96	21,79
25	23,30	31,9	28,81	22,58	22,57	22,82	16,53	56,53	21,98
30	24,52	31,1	27,46	22,14	21,70	22,54	16,20	55,86	21,88
35	24,48	29,6	26,06	20,90	20,69	21,78	15,52	54,60	21,20
40	23,15	26,5	23,25	18,82	18,78	19,77	13,86	51,89	19,72
45	22,00	22,9	19,39	16,46	17,00	17,28	11,77	47,68	18,03
50	21,88	21,0	18,41	16,44	16,01	16,20	10,91	44,52	17,44
55	24,09	21,4	19,38	17,50	17,25	16,29	10,82	43,50	17,80
	$\frac{5}{6}$	1	1	1	1	1	$\frac{10}{7}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{7}{6}$

Gött. m. Z.	Upsala	Breda	Göttingen	Breslau	Freiberg	Leipzig	Marburg	München	Mailand
	18″05	21″00	21″13	21″20	20″82	20″67	29″68	13″95	24″81
$12^h 0'$	25,95	24,1	22,42	19,82	18,73	17,94	12,39	45,47	18,42
5	26,02	25,7	23,28	20,44	18,30	19,10	13,22	48,63	19,05
10	27,69	25,6	23,53	20,56	19,16	19,06	13,06	48,87	19,00
15	27,58	26,7	24,39	21,38	20,20	19,54	13,43	49,00	19,57
20	30,45	27,0	26,16	22,26	21,12	20,42	14,09	51,03	19,75
25	30,16	27,0	26,69	22,46	21,20	20,63	14,13	51,46	19,80
30	31,94	26,2	26,13	23,00	22,04	20,81	14,50	51,83	20,18
35	33,22	26,3	27,25	23,92	22,12	21,88	14,96	52,95	20,66
40	34,08	28,6	27,56	24,26	22,16	22,58	15,32	54,68	20,89
45	34,56	28,2	27,68	24,80	22,54	22,73	15,42	54,59	21,10
50	34,44	28,6	27,15	24,86	22,16	22,55	15,37	54,74	21,00
55	33,72	27,2	26,42	24,60	22,03	21,98	15,06	54,25	20,80
$13^h 0$	32,83	26,1	25,39	23,98	22,28	21,82	14,62	53,57	20,45
5	36,90	27,4	26,21	24,46	23,28	22,03	14,94	53,42	20,91
10	34,18	28,0	27,12	24,94	22,55	22,42	15,37	54,71	21,18
15	33,77	26,6	27,28	24,80	23,42	22,59	15,34	54,80	21,13
20	34,22	27,5	26,50	24,66	22,63	22,42	15,07	54,77	20,71
25	34,43	26,5	25,50	24,00	21,76	21,66	14,76	53,66	20,34
30	35,54	24,8	25,48	23,76	21,60	21,12	14,12	52,38	20,05
35	34,75	25,0	24,15	23,08	21,03	20,81	13,85	51,70	19,76
40	34,76	24,5	23,68	22,82	20,88	20,36	13,59	50,19	19,51
45	32,64	24,0	23,01	21,78	19,36	20,07	13,26	50,34	19,17
50	30,57	23,2	21,94	20,82	20,73	19,31	12,66	49,03	18,72
55	30,38	21,8	20,04	19,54	18,44	18,31	12,11	47,56	18,09
$14^h 0$	30,84	22,7	21,49	20,46	18,20	18,17	12,21	46,68	18,29
5	31,33	22,9	21,55	20,43	18,68	18,68	12,18	48,25	18,56
10	28,53	22,2	20,97	19,76	18,02	18,21	12,16	47,40	18,11
15	25,39	21,5	20,22	19,00	16,38	17,51	11,80	46,18	17,73
20	27,83	20,7	19,82	18,52	17,78	16,97	11,36	45,61	17,55
25	27,82	20,1	18,92	18,04	16,93	16,48	10,96	44,41	17,01
30	25,05	19,0	17,89	17,10	16,70	15,53	10,58	43,09	16,58
35	23,50	18,3	17,26	16,44	15,99	15,21	9,83	41,80	16,04
40	23,40	18,6	17,23	16,10	15,48	14,38	9,61	40,81	15,98
45	23,91	18,1	17,39	16,53	16,02	14,81	9,71	40,92	16,00
50	24,08	18,1	17,75	16,86	16,88	15,07	9,93	41,61	16,16
55	24,61	18,5	17,95	16,96	16,05	15,16	9,78	41,89	16,15
$15^h 0$	23,32	18,2	17,26	16,72	15,89	14,62	9,65	41,67	15,87
5	24,20	17,4	16,90	16,52	15,03	14,22	9,20	40,71	15,71
10	23,03	17,9	17,46	16,48	15,72	14,26	9,25	40,63	15,75
15	23,51	17,5	17,43	16,38	15,57	14,22	9,31	40,77	15,74
20	23,41	17,1	17,10	16,46	14,96	14,27	9,13	40,72	15,45
25	24,00	17,9	17,42	16,56	14,66	14,17	9,28	40,67	15,57
30	24,33	18,1	17,65	16,58	15,53	14,50	9,43	40,95	15,51
35	24,44	18,4	17,41	16,52	16,48	14,44	9,38	41,07	15,69
40	22,13	18,1	17,42	16,62	14,75	14,61	9,48	40,90	15,81
45	20,76	18,0	17,88	17,53	15,84	14,43	9,60	40,96	15,81
50	23,79	19,5	18,46	17,76	16,03	14,97	10,00	41,74	16,19
55	22,51	19,7	17,70	17,28	—	14,59	9,60	41,90	15,83
	$\frac{5}{6}$	1	1	1	1	1	$\frac{10}{7}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{7}{6}$

Gött. m. Z.	Upsala 18″05	Breda 21″00	Göttingen 21″13	Breslau 21″20	Freiberg 20″82	Leipzig 20″67	Marburg 29″68	München 13″95	Mailand 24″81
16h 0′	22,81	18,5	16,56	15,68	15,27	14,08	9,25	40,81	15,44
5	22,06	18,0	16,56	16,24	15,31	13,73	9,05	40,19	15,26
10	22,17	18,3	16,72	16,04	15,07	13,52	8,91	39,76	15,66
15	21,37	17,9	16,53	15,42	14,56	13,54	8,86	38,65	15,17
20	21,17	18,7	16,44	15,14	14,66	13,28	8,91	39,40	15,27
25	21,43	18,5	16,61	15,26	14,31	13,03	8,73	38,95	15,07
30	22,29	19,4	17,42	16,24	15,58	13,71	9,16	40,01	15,57
35	22,79	20,2	18,13	16,76	15,49	14,23	9,39	40,85	15,87
40	23,07	20,7	18,28	17,06	13,74	14,58	9,81	41,71	16,08
45	22,31	19,8	17,46	15,94	15,68	14,14	9,25	40,89	15,47
50	22,44	19,9	17,33	16,04	15,82	14,09	9,31	40,71	15,57
55	21,56	19,6	16,48	15,80	15,19	13,82	9,21	40,54	15,37
17h 0	21,69	19,4	16,32	15,46	14,98	13,76	9,06	39,83	15,44
5	21,18	19,4	16,41	15,54	14,95	13,65	9,00	40,14	15,27
10	21,90	19,7	17,00	15,82	15,24	13,85	9,21	39,92	15,57
15	21,00	20,0	17,69	16,46	15,25	14,18	9,16	39,59	15,81
20	22,06	20,0	17,39	16,30	16,14	14,18	9,30	40,32	16,07
25	23,12	—	18,27	16,88	16,38	14,41	9,65	40,60	16,13
30	22,06	19,6	17,66	16,44	16,38	14,60	9,63	41,45	16,25
35	22,48	19,4	18,20	16,78	16,41	15,04	9,60	41,32	16,27
40	23,10	20,3	18,81	17,64	16,50	15,75	9,23	42,14	16,74
45	22,10	19,8	18,25	17,00	16,43	15,08	10,00	42,18	16,65
50	23,13	19,8	19,17	17,46	14,58	15,45	10,21	42,19	16,87
55	23,22	20,2	19,08	17,64	16,43	15,88	10,26	43,10	17,05
18h 0	22,58	19,8	18,18	17,14	16,26	15,51	10,33	43,09	16,67
5	22,19	19,1	18,04	16,72	16,16	—	10,00	42,97	16,53
10	22,25	19,1	18,15	16,74	17,31	15,14	9,91	41,66	16,75
15	22,15	19,1	18,31	16,88	17,00	14,94	9,71	42,02	16,73
20	22,13	18,9	18,32	16,72	16,27	14,91	9,62	41,81	16,67
25	22,97	19,0	18,78	17,34	18,09	15,31	9,83	42,34	16,88
30	22,59	19,7	19,56	17,56	17,22	15,96	10,33	40,82	17,26
35	22,19	19,8	19,02	17,52	16,95	15,66	10,33	40,64	17,25
40	22,78	19,8	19,36	17,52	17,19	15,98	10,37	40,86	17,89
45	22,78	19,6	19,38	17,30	17,55	15,99	10,37	41,15	17,14
50	23,69	19,5	19,54	17,56	17,61	16,10	10,46	41,54	17,64
55	23,53	20,0	19,69	17,64	17,59	16,39	10,87	41,92	17,76
19h 0	23,22	20,1	19,10	17,74	17,97	16,50	10,76	42,06	17,34
5	23,90	19,7	20,02	18,88	18,03	17,11	10,84	41,96	17,82
10	23,24	20,7	20,43	19,36	18,16	17,45	11,11	42,82	18,01
15	22,80	21,0	20,01	19,56	18,51	17,33	11,22	42,78	17,94
20	23,19	21,4	20,65	19,88	18,65	17,87	11,40	43,51	18,02
25	23,13	21,1	20,39	21,14	18,97	17,79	11,20	43,60	18,08
30	24,67	21,3	21,34	20,28	18,94	17,82	11,60	43,14	18,40
35	23,90	21,6	20,64	19,84	18,90	18,14	11,59	44,33	18,22
40	21,15	21,0	19,14	18,70	17,97	17,20	10,92	42,99	17,45
45	22,16	19,9	19,07	18,82	16,51	16,61	10,66	41,69	17,35
50	21,51	19,8	18,70	18,70	17,23	16,81	10,37	41,55	17,13
55	23,93	20,5	20,23	20,02	18,29	17,52	10,96	41,92	18,05
	$\frac{5}{6}$	1	1	1	1	1	$\frac{10}{7}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{7}{6}$

Gött. m. Z.	Upsala 18″05	Breda 21″00	Göttingen 21″13	Breslau 21″20	Freiberg 20″82	Leipzig 20″67	Marburg 29″68	München 13″95	Mailand 24″81
20h 0′	23,15	21,3	20,64	19,90	18,24	17,88	12,21	43,03	18,39
5	21,45	20,9	19,48	18,53	18,17	17,51	10,82	42,81	17,79
10	20,78	20,6	19,19	17,26	17,43	17,35	10,65	42,02	18,08
15	21,33	20,9	19,69	17,94	18,42	17,30	10,50	41,66	18,17
20	22,29	22,1	20,54	18,20	18,38	18,21	11,14	43,83	18,54
25	22,25	22,1	20,79	18,00	17,48	18,34	11,28	44,27	18,63
30	20,59	21,8	21,09	17,36	18,09	18,12	11,11	44,75	18,45
35	21,33	21,9	21,59	17,24	18,44	17,79	11,16	44,81	18,86
40	21,03	23,0	22,07	17,50	17,79	18,02	11,75	45,81	19,27
45	19,59	22,0	20,83	16,52	17,09	17,12	11,10	45,72	18,80
50	19,52	22,3	20,73	16,52	16,87	16,82	11,04	44,93	18,98
55	19,62	22,1	20,72	16,80	16,82	16,77	13,11	44,85	18,76
21h0	20,60	22,9	21,10	17,30	16,79	17,06	13,11	44,86	19,18
5	21,44	22,7	21,48	17,84	17,21	16,92	13,50	45,29	19,51
10	20,78	23,4	21,20	17,52	16,98	16,75	13,54	45,85	19,38
15	18,35	22,0	19,93	15,84	15,34	15,84	13,00	44,98	19,06
20	17,29	20,9	18,34	14,36	15,22	15,05	12,90	42,92	18,14
25	17,81	20,9	18,71	14,64	15,56	14,96	11,73	41,65	18,13
30	18,18	21,0	18,52	14,38	14,88	15,06	11,76	41,67	18,01
35	17,40	20,8	17,40	13,00	15,13	14,37	11,25	40,63	17,52
40	18,82	20,9	18,53	12,96	15,81	14,67	11,17	40,04	17,81
45	18,25	20,8	18,60	12,98	14,77	14,65	11,36	41,10	17,86
50	18,63	20,5	18,32	12,92	15,27	14,45	11,06	40,26	17,15
55	18,49	21,0	19,09	13,24	15,65	14,79	11,36	40,88	17,73
22h0	18,51	21,4	19,47	13,44	14,84	14,64	11,43	40,78	17,62
5	18,90	21,0	19,94	13,14	15,07	14,53	11,55	40,47	17,21
10	17,81	20,9	18,34	12,44	14,33	14,04	11,17	39,88	16,64
15	18,22	20,6	18,06	12,20	14,23	13,56	10,89	38,66	16,39
20	17,92	20,3	17,99	12,12	13,35	13,73	11,08	49,10	16,34
25	16,83	20,4	17,79	11,48	13,11	13,51	10,74	38,45	16,03
30	17,07	20,1	17,12	11,20	12,92	13,06	10,54	38,07	15,62
35	17,71	19,5	16,62	10,74	12,98	12,54	10,22	36,90	15,30
40	16,75	18,6	16,04	9,66	11,58	12,11	9,89	36,07	14,77
45	16,08	18,1	16,10	9,66	11,81	11,64	9,74	35,77	14,52
50	16,03	16,9	16,11	9,96	11,77	11,69	9,85	36,12	14,44
55	15,32	17,3	14,94	8,78	10,85	11,03	9,40	39,02	13,68
23h0	14,36	17,3	15,24	8,40	10,81	10,86	9,38	36,06	13,66
5	14,25	15,9	15,18	8,72	9,98	10,91	9,48	36,67	13,11
10	12,98	15,4	13,49	7,58	10,14	9,91	8,74	32,07	12,35
15	13,58	16,6	14,04	7,84	10,55	9,50	8,50	28,53	12,55
20	13,69	14,9	14,52	8,62	9,84	10,55	9,11	29,91	12,37
25	12,80	16,1	12,80	7,02	10,17	9,30	8,00	28,64	11,49
30	13,13	15,2	13,93	7,68	10,24	10,05	8,57	29,11	11,73
35	11,81	14,4	—	6,50	9,08	9,42	8,07	28,35	10,65
40	12,05	14,4	—	6,02	9,09	8,95	7,73	26,59	10,68
45	11,32	14,2	12,03	5,80	9,03	8,74	7,71	26,08	10,14
50	11,71	13,6	12,09	5,98	8,90	—	7,55	25,29	9,89
55	10,69	13,0	11,20	5,24	7,79	—	7,16	24,68	9,77
0h0	—	12,8	10,01	4,20	7,29	—	6,23	22,56	8,87
5	—	12,0	—	—	6,30	—	6,09	21,49	—
	$\frac{5}{6}$	1	1	1	1	1	$\frac{10}{7}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{7}{6}$

Tab. I.



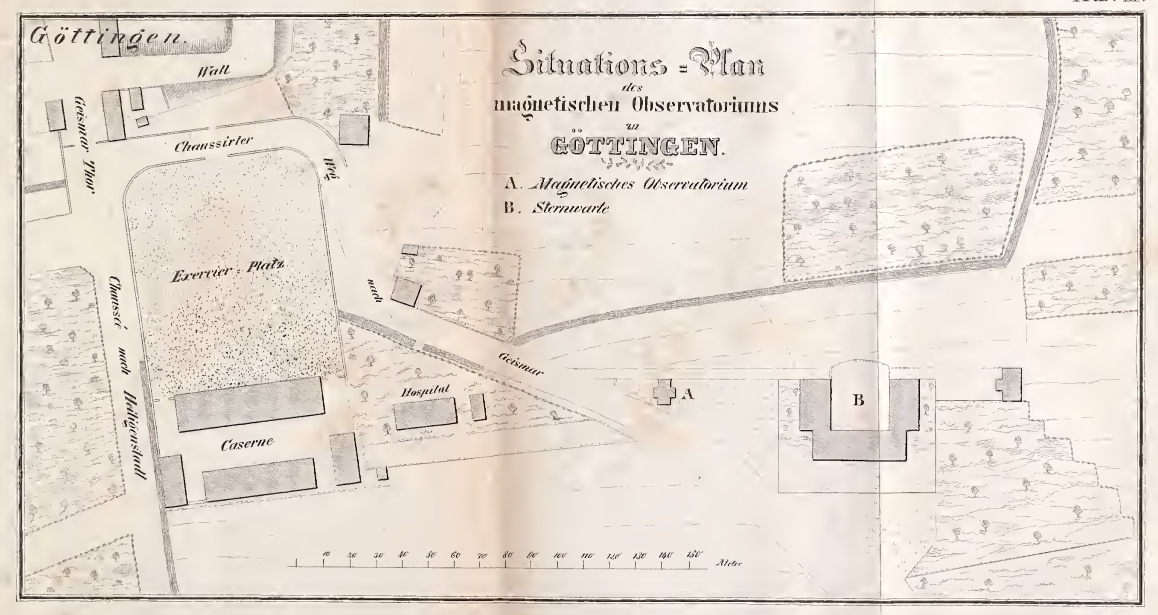
Lith. Anst. v. F. Ritmüller in Göttingen



Tab: II.

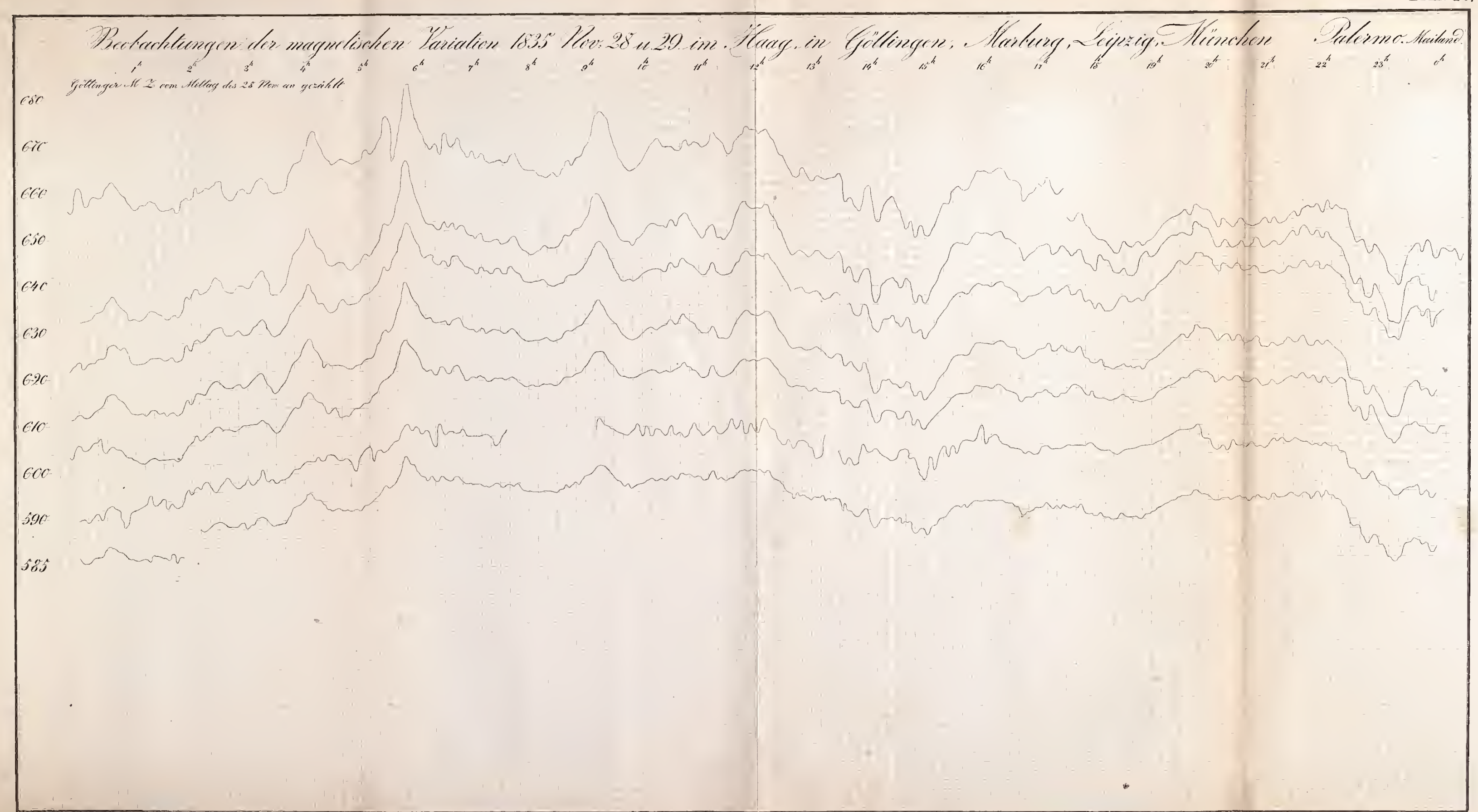


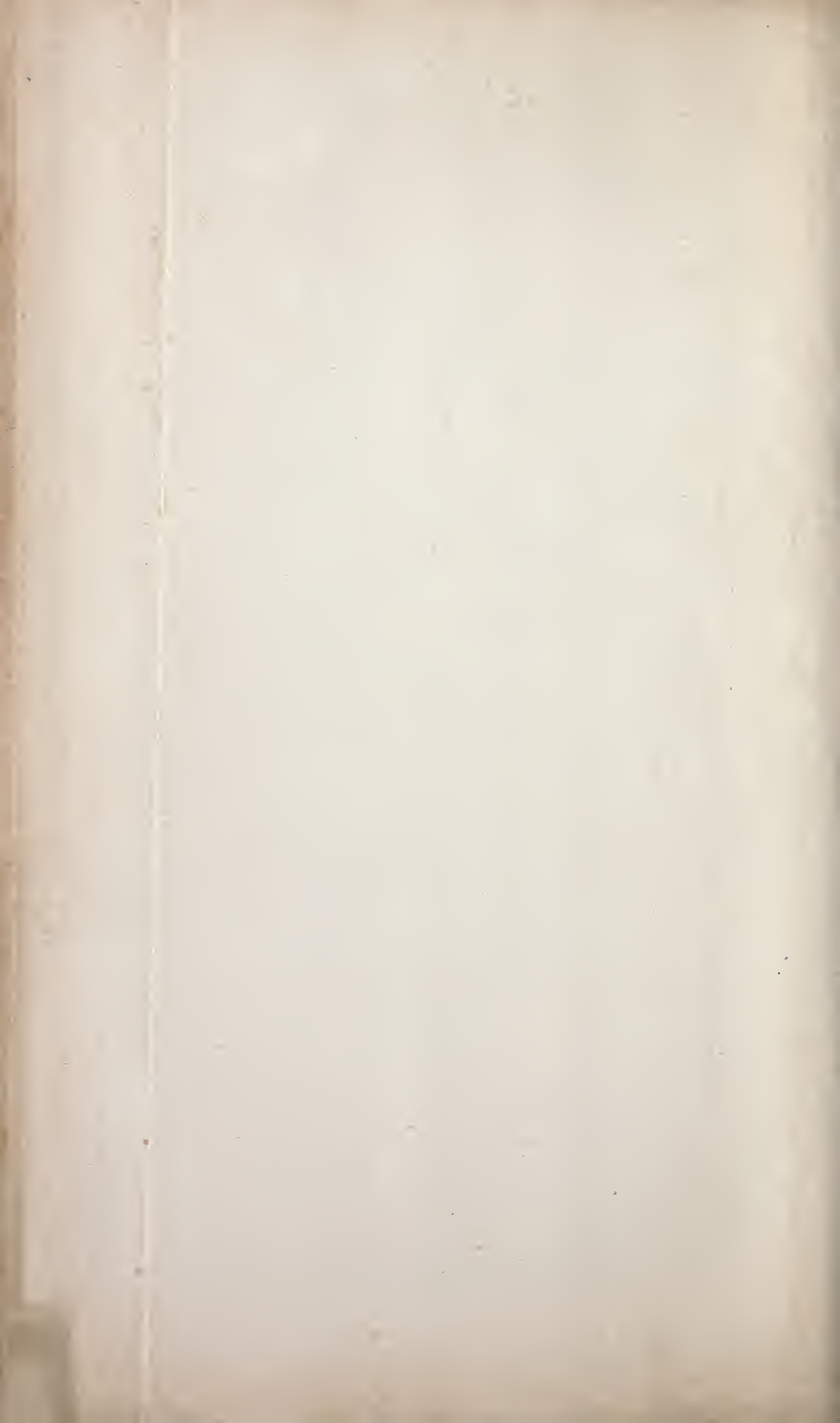
TAB: III.

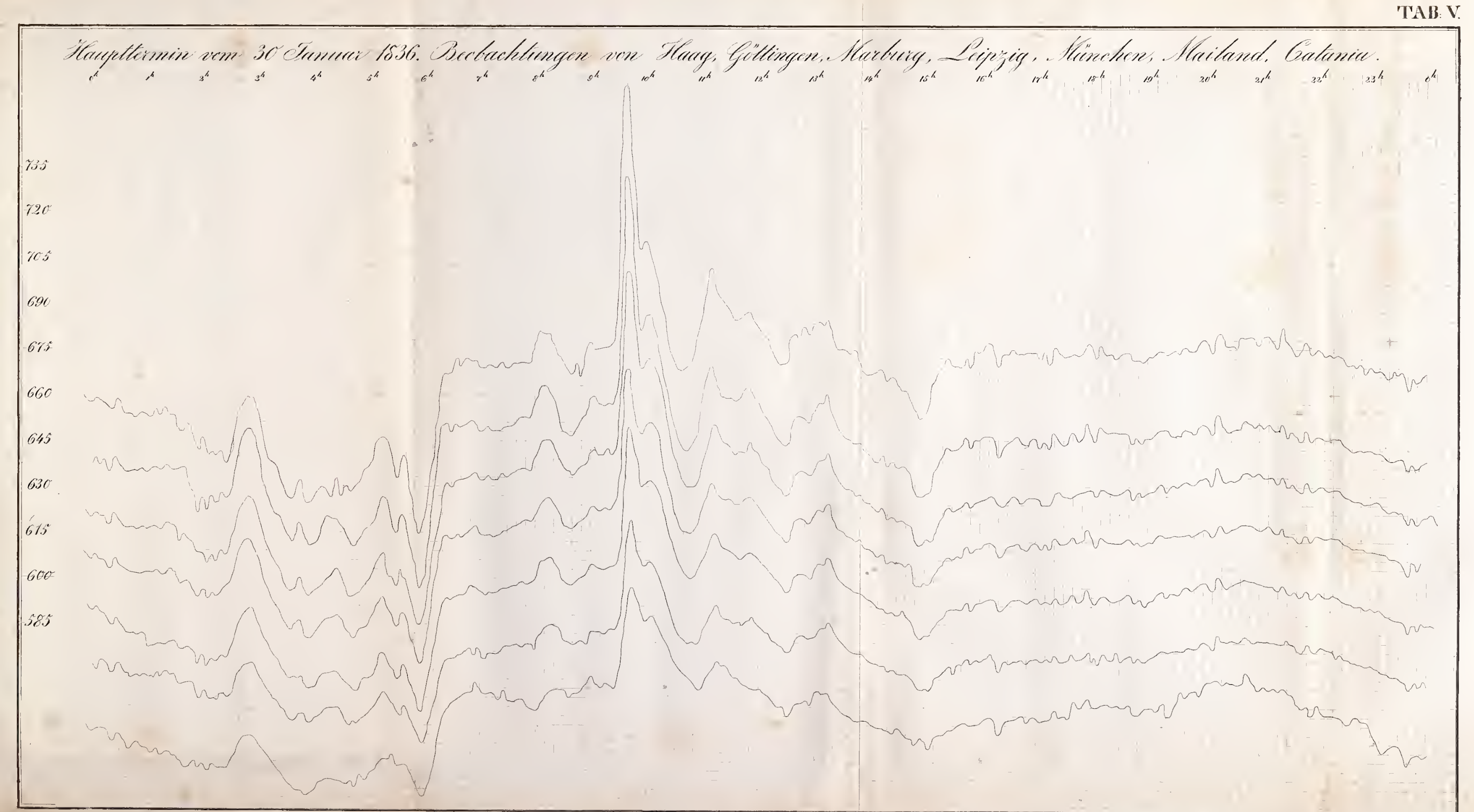


Situations = Plan
des
magnetischen Observatoriums
zu
GÖTTINGEN.
A. Magnetisches Observatorium
B. Sternwarte
Göttingen.
Wall
Geismar Thor
Chaussirter
Weg
nach
Geismar
Exercier = Platz
Chaussée nach Heiligenstadt
Hospital
Caserne
A
B
10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 Meter

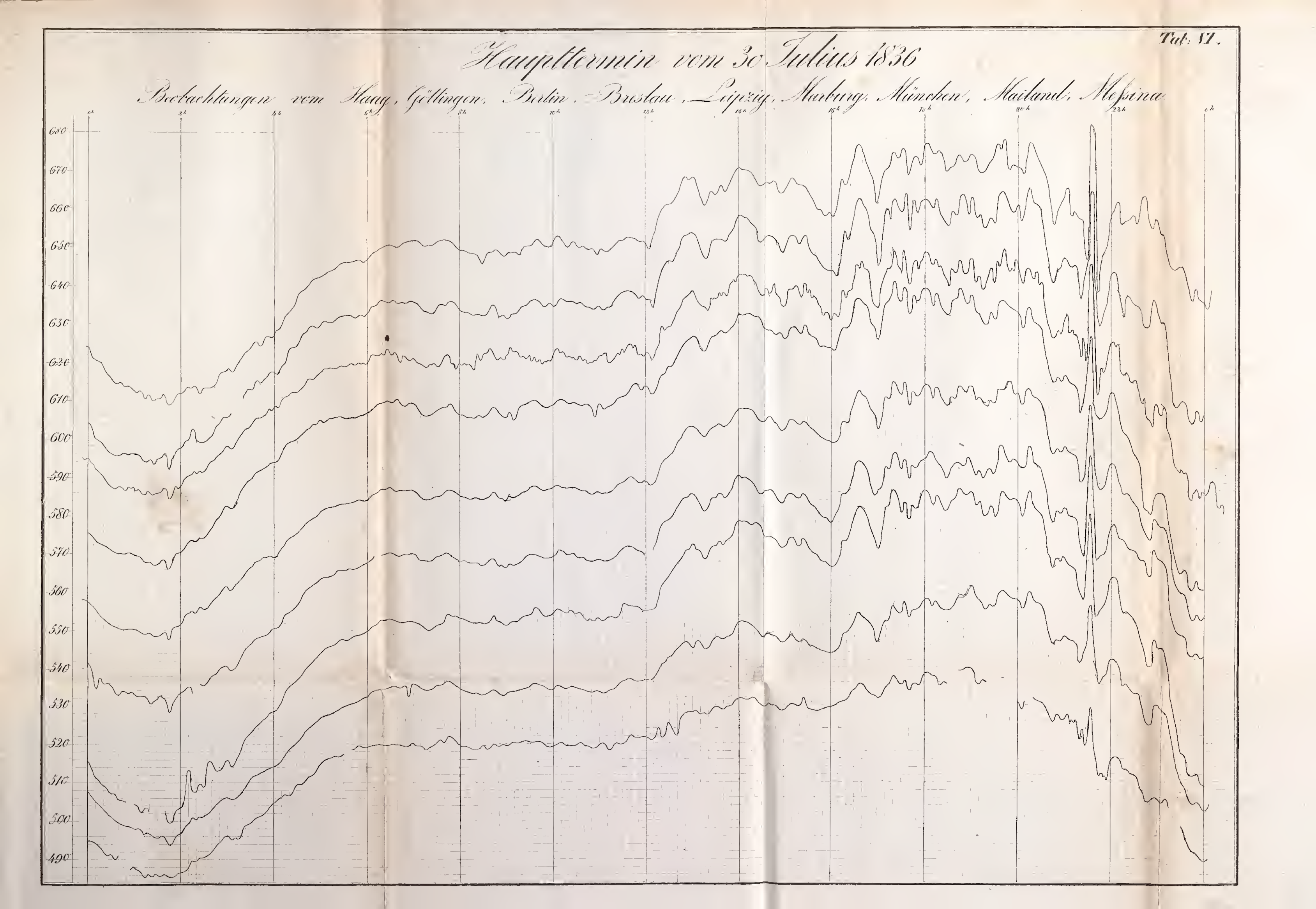



Beobachtungen der magnetischen Variation 1835 Nov. 28 u. 29. im Haag, in Göttingen, Marburg, Leipzig, München Palermo, Mailand
Göttinger M. Z. vom Mittag des 28 Nov. an gezählt
1h 2h 3h 4h 5h 6h 7h 8h 9h 10h 11h 12h 13h 14h 15h 16h 17h 18h 19h 20h 21h 22h 23h 0h
680
670
660
650
640
630
620
610
600
590
585

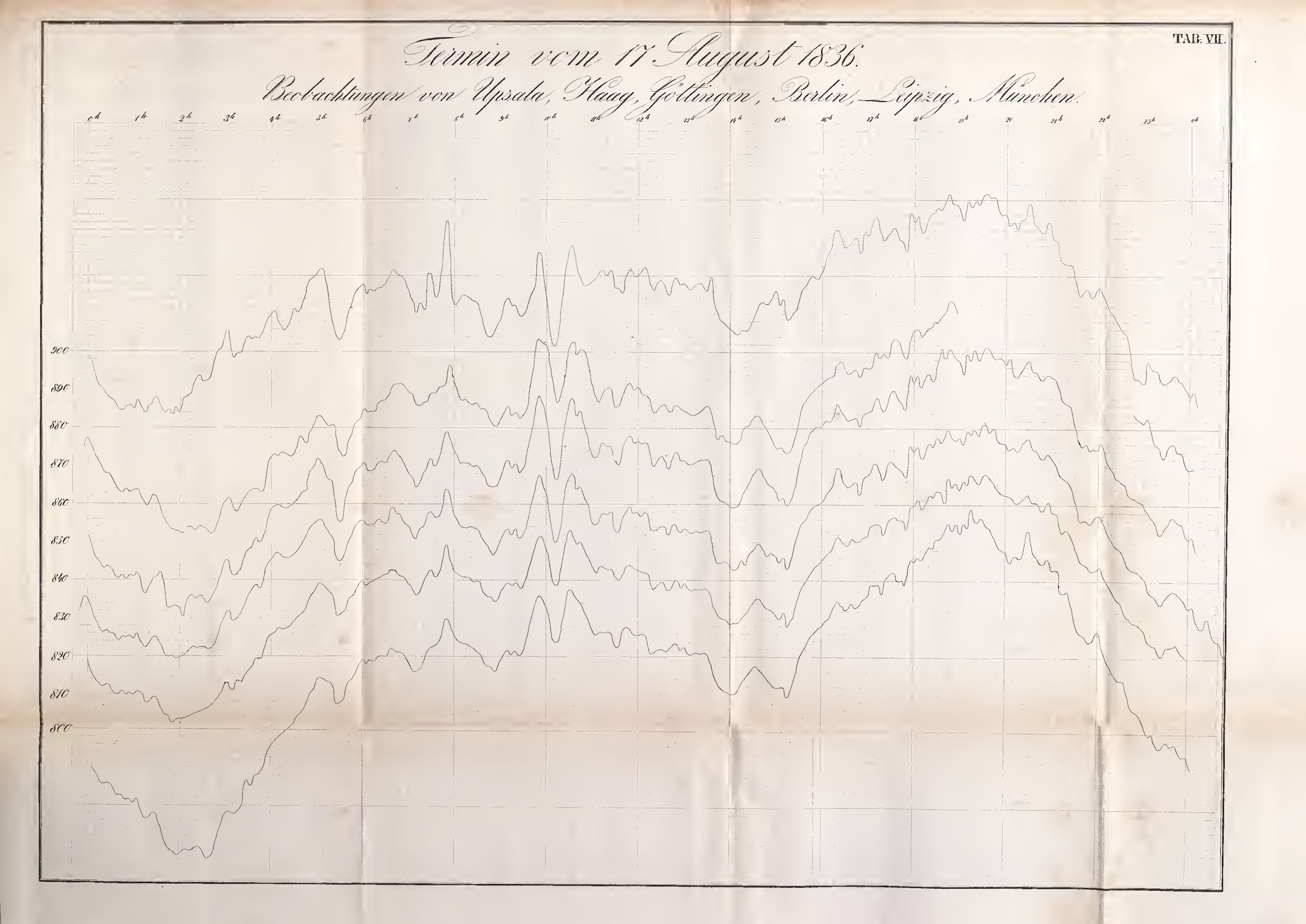


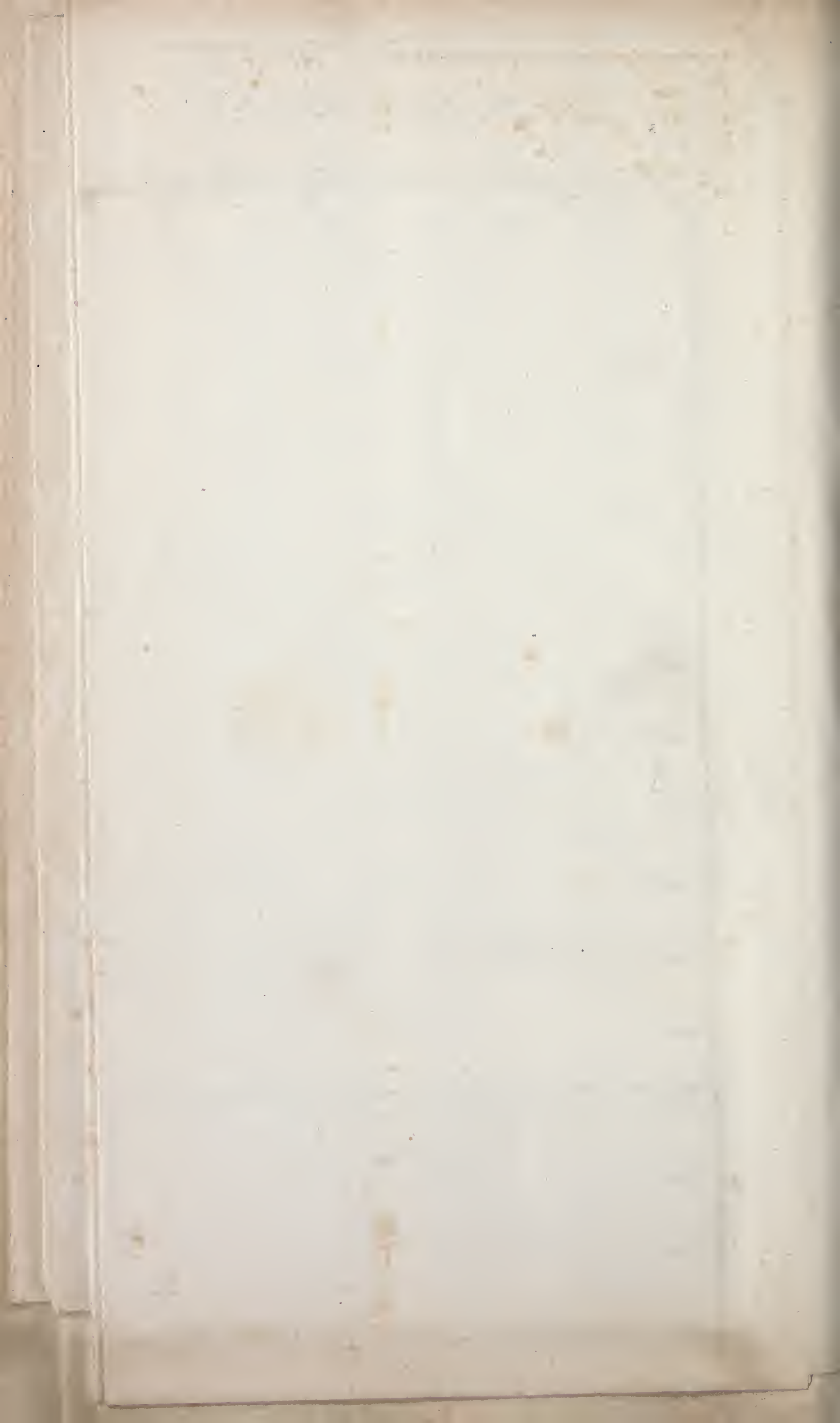

Haupttermin vom 30 Januar 1836. Beobachtungen von Haag, Göttingen, Marburg, Leipzig, München, Mailand, Catania.
0h
1h
2h
3h
4h
5h
6h
7h
8h
9h
10h
11h
12h
13h
14h
15h
16h
17h
18h
19h
20h
21h
22h
23h
0h
735
720
705
690
675
660
645
630
615
600
585

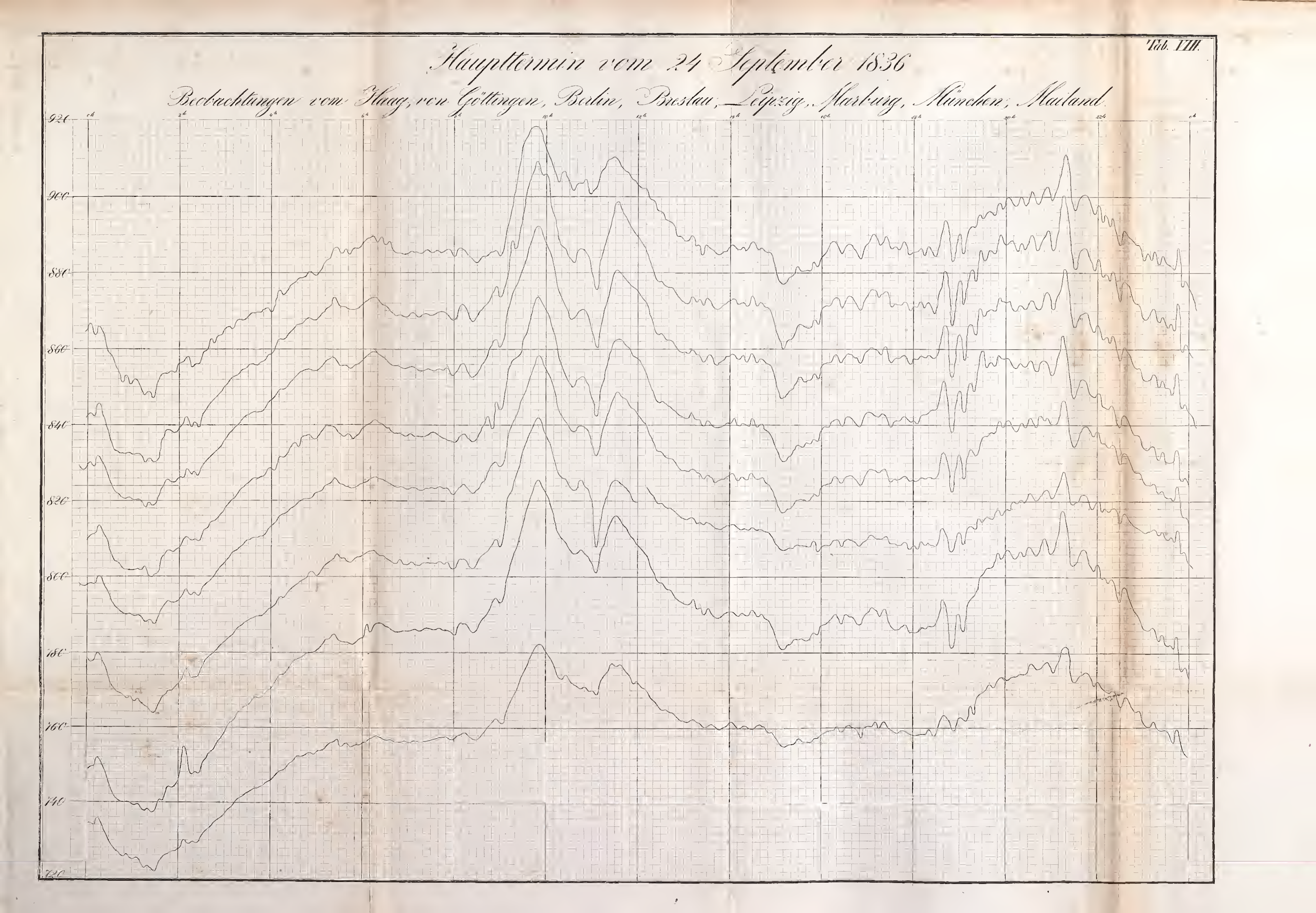



Tab. VI.
Haupttermin vom 30 Julius 1836
Beobachtungen vom Haag, Göttingen, Berlin, Breslau, Leipzig, Marburg, München, Mailand, Messina
0h
2h
4h
6h
8h
10h
12h
14h
16h
18h
20h
22h
0h
680
670
660
650
640
630
620
610
600
590
580
570
560
550
540
530
520
510
500
490

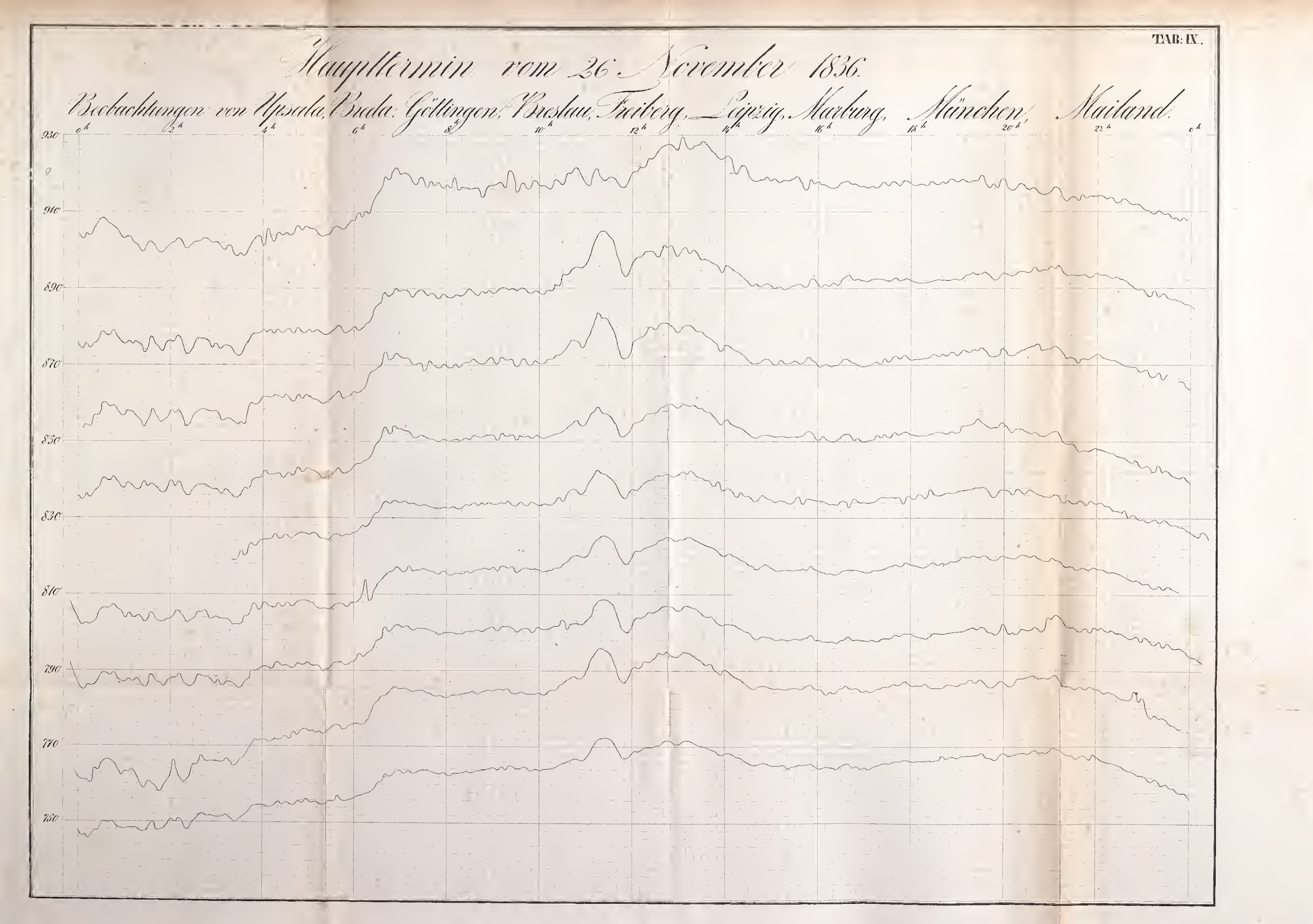



TAB: VII.
Termin vom 17 August 1836.
Beobachtungen von Upsala, Haag, Göttingen, Berlin, Leipzig, München.
0h
1h
2h
3h
4h
5h
6h
7h
8h
9h
10h
11h
12h
13h
14h
15h
16h
17h
18h
19h
20
21h
22h
23h
0h
900
890
880
870
860
850
840
830
820
810
800




Tab. VIII.
Haupttermin vom 24 September 1836
Beobachtungen vom Haag, von Göttingen, Berlin, Breslau, Leipzig, Marburg, München, Mailand.
920
900
880
860
840
820
800
780
760
740
720




TAB: IX.
Haupttermin vom 26 November 1836.
Beobachtungen von Upsala, Breda, Göttingen, Breslau, Freiberg, Leipzig, Marburg, München, Mailand.
0h
2h
4h
6h
8h
10h
12h
14h
16h
18h
20h
22h
0h
930
9
910
890
870
850
830
810
790
770
750



TAB. X.

